

RESUM

Cada vegada es busca més la generació d'energia a partir de fonts renovables i amb una millor eficiència en la seva producció i en el seu consum, ja que avui en dia, algunes de les grans preocupacions de la societat són l'estalvi energètic i l'impacte sobre el medi ambient que causa la generació d'energia.

L'aprofitament de l'energia cinètica creada a partir del moviment realitzat per persones és un camp encara no molt explotat. Un cas molt clar de desaprofitament d'energia cinètica el trobem als gimnasos, els quals són espais per on cada dia hi passa una gran quantitat de gent per fer exercicis físics. Molts d'aquests exercicis es duen a terme en màquines que contenen sistemes giratoris en els quals es genera una energia cinètica que es desprèn en forma de calor i no s'aprofita.

L'objectiu d'aquest treball doncs, és estudiar la viabilitat d'implementar un nou sistema en un gimnàs que utilitzant noves tecnologies permeti generar energia totalment neta a partir del moviment que els usuaris del gimnàs creen.

D'aquesta manera s'aconseguirà millorar l'eficiència energètica del local, reduir les despeses en electricitat, beneficiar al medi ambient, donar a conèixer nous sistemes de generació d'electricitat, ..

En el treball que es presenta a continuació s'introdueix primerament el concepte de gimnàs sostenible i es presenten diversos sistemes que permeten aprofitar l'energia cinètica creada a les màquines de gimnàs. A continuació es descriu el gimnàs objecte d'estudi, es fa una proposta d'instal·lació, es fa un estudi de viabilitat econòmica i finalment s'estudia l'impacte ambiental que suposarà la implementació d'aquestes noves màquines de gimnàs generadores d'electricitat.

Aquest estudi però, pretén ser un estudi preliminar que posi de manifest la metodologia a seguir de cara a analitzar la viabilitat d'implementar en gimnasos aquestes noves màquines sostenibles. En el treball es fan un seguit d'hipòtesis en les quals es suposen alguns dels valors necessaris per a realitzar els càlculs. És per això que, degut al grau d'incertesa associat a les dades utilitzades, es poden posar en dubte els resultats obtinguts, però no així la metodologia aplicada.

SUMARI

RESUM	1
SUMARI	3
ÍNDEX DE FIGURES	5
ÍNDEX DE TAULES	6
ÍNDEX D'EQUACIONS	10
1. INTRODUCCIÓ	11
1.1. Antecedents	11
1.2. Motivació	12
1.3. Objectius	13
1.4. Finalitat	13
1.5. Abast	14
2. SOSTENIBILITAT EN INSTAL·LACIONS ESPORTIVES	15
2.1. Definició de gimnàs sostenible	15
2.2. Màquines utilitzades en els gimnasos sostenibles.	15
2.2.1. Principi de funcionament	16
2.2.2. Varietat de sistemes generadors d'energia	18
2.2.3. Comparació dels diversos sistemes	24
2.3. Gimnasos i altres iniciatives sostenibles ja existents	24
2.3.1. The Green Microgym	24
2.3.2. Green Heart Gym	26
2.3.3. Energy Floors	27
2.4. Altres mesures a prendre per reduir despeses i beneficiar al medi ambient	29
3. DESCRIPCIÓ DEL GIMNÀS OBJECTE D'ESTUDI	31
3.1. Ubicació i descripció del local	31
3.2. Descripció detallada de les sales d'estudi	35
3.2.1. Sala cardiovascular	35
3.2.2. Sala spinning	37
3.3. Consum elèctric del gimnàs	39
3.3.1. Clima Manresa 2016	39
3.3.2. Consums 2016	40
3.3.3. Relació clima-consum	45

3.4.	Usos de les màquines pels usuaris del gimnàs	46
3.4.1.	Màquines sala cardiovascular.....	46
3.4.2.	Bicicletes spinning	49
3.5.	Energia que es podria arribar a generar tenint en compte l'ús de les màquines.	50
3.5.1.	Energia generada a la sala de màquines cardiovasculars	50
3.5.2.	Energia generada a les bicicletes de spinning	51
3.5.3.	Energia total generada a l'any	53
4.	PROPOSTA D'INSTAL·LACIÓ	54
4.1.	Màquines a instal·lar.....	54
4.1.1.	Bicicletes el·líptiques	54
4.1.2.	Bicicletes estàtiques	56
4.1.3.	Bicicletes reclinables.....	58
4.1.4.	Cintes de córrer	61
4.1.5.	Bicicletes spinning	62
4.2.	Distribució dins les sales tenint en compte les dimensions	64
4.2.1.	Sala cardiovascular	64
4.2.2.	Sala spinning	65
5.	ESTUDI DE VIABILITAT ECONÒMICA	67
5.1.	Energia que es deixarà de consumir amb les màquines autogeneradores.....	67
5.2.	Energia elèctrica generada per les noves màquines	69
5.3.	Energia consumida durant l'any 2016 amb l'aplicació de les màquines generadores d'electricitat.....	70
5.4.	Cost de les noves màquines i venda de les ja existents.....	71
5.4.1.	Amb instal·lació de sistemes ReRev	72
5.4.2.	Sense la instal·lació de sistemes ReRev.....	73
5.5.	Taula d'avaluació de la inversió	73
5.5.1.	Amb instal·lació de sistemes ReRev	74
5.5.2.	Sense la instal·lació de sistemes ReRev.....	74
6.	IMPACTE AMBIENTAL	76
6.1.	Reducció d'emissions de CO ₂	77
7.	CONCLUSIONS	80
8.	AGRAÏMENTS	82
9.	REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES	83

ÍNDIX DE FIGURES

Figura 2.1 Representació d'un camp magnètic en un imant [2]	16
Figura 2.2 Esquema d'una dinamo [2].....	17
Figura 2.3 Esquema funcionament sistema ReRev [4]	21
Figura 2.4 Sistema GYRE9 adaptat a una bicicleta de spinnig [5].....	22
Figura 2.5 Cinta de córrer WOODWAY EcoMill [6]	23
Figura 2.6 Emissions anuals de CO2 en tones mètriques [7]	25
Figura 2.7 Gimnàs The Green Microgym [7]	25
Figura 2.8 Green Heart Gym [8]	26
Figura 2.9 Sustainable Dance Floor [9]	28
Figura 2.10 Principi de funcionament del Sustainable Dance Floor [9]	28
Figura 3.1 Plànol sala de màquines cardiovasculars	36
Figura 3.2 Distribució de les màquines a la sala cardiovascular.....	36
Figura 3.3 Plànol sala de spinning	38
Figura 3.4 Distribució de les bicicletes a la sala de spinning	38
Figura 3.5 Temperatures màximes i mínimes a Manresa l'any 2016 [10]	40
Figura 3.6 Períodes de potència a l'hivern i a l'estiu [11].....	41
Figura 4.1 Distribució final de les màquines a la sala cardiovascular	65
Figura 4.2 Distribució final de les bicicletes de spinning	66
Figura 6.1 Tones de CO2 anuals emeses	79

ÍNDEX DE TAULES

Taula 2.1 Bicicletes el·líptiques SportsArt [3]	19
Taula 2.2 Bicicletes reclinables SportsArt [3]	19
Taula 2.3 Bicicletes estàtiques SportsArt [3]	20
Taula 2.4 Bicicleta spinning SportsArt [3]	20
Taula 2.5 Taula comparativa de les màquines generadores d'electricitat que ofereix cada empresa	24
Taula 3.1 Espais útils tercera planta	31
Taula 3.2 Espais útils segona planta	32
Taula 3.3 Espais útils primera planta	32
Taula 3.4 Espais útils planta baixa	33
Taula 3.5 Espais útils primera planta subterrània	33
Taula 3.6 Espais útils segona planta subterrània	34
Taula 3.7 Espais útils sales a estudiar	34
Taula 3.8 Nombre de màquines de cada tipus a la sala cardiovascular	35
Taula 3.9 Nombre de bicicletes de spinning	37
Taula 3.10 Consum desembre 2015	41
Taula 3.11 Consum gener 2016	41
Taula 3.12 Consum febrer 2016	42
Taula 3.13 Consum març 2016	42
Taula 3.14 Consum abril 2016	42
Taula 3.15 Consum maig 2016	42
Taula 3.16 Consum juny 2016	42

Taula 3.17 Consum juliol 2016.....	42
Taula 3.18 Consum agost 2016.....	43
Taula 3.19 Consum setembre 2016.....	43
Taula 3.20 Consum octubre 2016.....	43
Taula 3.21 Consum novembre 2016.....	43
Taula 3.22 Potències demandades durant el cicles de mesura.....	44
Taula 3.23 Comparació de la potència contractada amb la òptima	44
Taula 3.24 Relació clima-consum [11]	45
Taula 3.25 Entrades al gimnàs en funció de la franja horària i del dia tipus	46
Taula 3.26 Entrades al gimnàs en funció del dia tipus, la franja horària i el gènere	46
Taula 3.27 Afluència de gent a les màquines en funció del dia tipus, el gènere i la franja horària	47
Taula 3.28 Mitja d'edat de la gent que usa les màquines cardiovasculars en funció de la franja horària	47
Taula 3.29 Ús diari de les bicicletes el·líptiques	48
Taula 3.30 Ús diari de les cintes de córrer.....	48
Taula 3.31 Ús diari de les bicicletes estàtiques	48
Taula 3.32 Ús diari de les bicicletes reclinables.....	48
Taula 3.33 Horari de les sessions setmanals de spinning	49
Taula 3.34 Bicycles en funcionament a cada sessió de spinning	49
Taula 3.35 Potència generada per usuari en funció de la franja horària i del gènere.....	50
Taula 3.36 Energia generada en funció del dia tipus.....	51
Taula 3.37 Energia generada a les màquines cardiovasculars per mesos.....	51
Taula 3.38 Energia generada a les sessions de spinning.....	52

Taula 3.39 kWh generats cada mes a les sessions de spinning	53
Taula 3.40 Energia total generada.....	53
Taula 4.1 Característiques i especificacions el·líptica G845.....	54
Taula 4.2 Característiques i especificacions el·líptica G875.....	55
Taula 4.3 Bicicleta el·líptica seleccionada.....	56
Taula 4.4 Característiques i especificacions bicicleta estàtica G545U	57
Taula 4.5 Característiques i especificacions bicicleta estàtica G575U	57
Taula 4.6 Bicicleta estàtica seleccionada	58
Taula 4.7 Característiques i especificacions bicicleta reclinable G545R	59
Taula 4.8 Característiques i especificacions bicicleta reclinable G575R	60
Taula 4.9 Bicicleta reclinable seleccionada.....	60
Taula 4.10 Característiques i especificacions cinta de córrer EcoMill WOODWAY	61
Taula 4.11 Cinta de córrer seleccionada	62
Taula 4.12 Característiques i especificacions bicicleta de spinning G510.....	63
Taula 4.13 Bicicleta de spinning seleccionada	63
Taula 4.14 Dimensions de les màquines cardiovasculars	64
Taula 4.15 Dimensions bicicletes spinning	65
Taula 5.1 Hores a l'any que s'usen les cintes de córrer.....	67
Taula 5.2 Hores a l'any que s'usen les bicicletes estàtiques	67
Taula 5.3 Hores a l'any que s'usen les bicicletes reclinables.....	68
Taula 5.4 Energia anual que es deixa de consumir	68
Taula 5.5 Energia que es deixa de consumir mensualment per períodes i temporada	68
Taula 5.6 Energia generada a les màquines cardiovasculars per mesos i períodes.....	69

Taula 5.7 Energia generada a les bicicletes de spinning per mesos i períodes	69
Taula 5.8 Energia consumida amb les màquines actuals i amb les noves màquines generadores d'electricitat	70
Taula 5.9 Cost del consum d'electricitat real i amb les noves màquines generadores d'electricitat	71
Taula 5.10 Venta de les màquines actuals al gimnàs.....	72
Taula 5.11 Cost compra noves màquines generadores d'electricitat amb sistemes ReRev	72
Taula 5.12 Cost compra noves màquines generadores d'electricitat sense sistemes ReRev	73
Taula 5.13 Taula d'inversió amb instal·lació de sistemes ReRev	74
Taula 5.14 Taula d'inversió sense instal·lació de sistemes ReRev	74
Taula 6.1 Emissions específiques anuals segons el mix energètic peninsular.....	78
Taula 6.2 Comparativa del consum i de les emissions de CO ₂ anuals.....	78

ÍNDEX D'EQUACIONS

Equació 6.1 CO ₂ que deixariem d'emetre en km conduits	79
---	----

1. Introducció

1.1. Antecedents

Actualment, Europa gasta mil milions d'euros al dia per cobrir la seva necessitat energètica, i més de la meitat de l'energia l'ha d'importar. Millorar l'eficiència energètica seria part de la solució a aquest desequilibri i també és un dels compromisos de la Comissió Europea, que preveu que al 2020 hagi millorat en un 20%.

Per altra banda, les dades de la oficina estadística de la UE, Eurostat, indiquen que cada any consumim més i som més dependents. Els experts indiquen que serà molt difícil que la Unió Europea compleixi els objectius marcats, especialment si es segueix amb el mateix model energètic, que es basa, en gran part, en el consum de combustibles fòssils.

Davant d'una economia basada en el creixement constant, l'alt consum d'energia dels països emergents i el creixement imparable de les ciutats, l'eficiència energètica és un dels pilars del futur i també una necessitat per a reduir l'escalfament global, mitigar els efectes del canvi climàtic i assegurar la salut de la població.

Existeixen moltes fórmules per millorar l'eficiència energètica i aconseguir els objectius marcats per la Comissió Europea, des de la millora en el transport per carretera i urbà fins a l'aplicació de les noves tecnologies a la indústria i a l'agricultura. L'últim informe de l'Agència Internacional de l'Energia (AIE) assegura que les mesures d'eficiència energètica que s'han posat en marxa en els països desenvolupats des de l'any 2000 han permès estalviar un 13% del consum, el que suposa un gran estalvi de diners i de tones d'emissions de diòxid de carboni (CO₂) a l'atmosfera.

Els habitatges i edificis intel·ligents també són agents i protagonistes de l'eficiència energètica. En aquest sentit, la Unió Europea promou el projecte Simfonia. El objectiu és aconseguir un estalvi d'energia d'entre el 40 i el 50% i incrementar un 20% la participació d'energies renovables.

La necessitat imperativa de realitzar un desenvolupament sostenible ha portat ja a moltes empreses a buscar solucions que a més d'afavorir l'entorn, també suposin un estalvi pel client i per a la pròpia companyia. Prendre mesures energètiques no només afavoreix el medi ambient i ens fa més eficients, sinó que suposa una rebaixa considerable en la factura dels subministraments d'aigua, gas i electricitat. Si cadascú adoptés petites mesures per gastar menys energia, l'estalvi global seria destacable. **[1]**

1.2. Motivació

L'eficiència energètica és una practica que té com a objectiu reduir el consum d'energia. És l'ús eficient de l'energia per tal d'optimitzar els processos productius i l'ús de l'energia utilitzant el mateix o menys per a produir més béns i serveis. Dit d'una altra forma, produir més amb menys energia. No es tracta d'estalviar llum, sinó d'il·luminar millor consumint menys electricitat.

El món de l'eficiència energètica no és exclusiu de les grans indústries o dels grans edificis públics, les instal·lacions de mida mitjana i petita també poden veure's molt necessitades d'eficiència, estalvi i control.

Aquest és el cas dels gimnasos. Quan anem a entrenar potser no som conscients de la quantitat de màquines i llums que estan connectades, funcionant i consumint electricitat a la vegada. I a més a més, aquestes instal·lacions també consumeixen aigua i gas a les zones de vestidors, tenen grans sistemes de climatització a les zones comunes,...

Entre les preocupacions actuals trobem l'estalvi d'energia i l'impacte sobre el medi ambient que causa la generació d'energia provinent de combustibles fòssils i, per tant, cada vegada es busca més la generació a partir d'energies renovables i amb una millor eficiència en la seva producció i el seu consum.

Un camp encara no del tot aprofitat per la indústria tecnològica és l'aprofitament de l'energia cinètica. Alguns exemples d'aprofitament de l'energia cinètica són els aerogeneradors que produeixen energia elèctrica aprofitant la força del vent, les centrals hidroelèctriques que produeixen energia aprofitant l'energia cinètica i potencial del corrent de l'aigua, dels salts d'aigua i de les marees,... L'energia cinètica generada per qualsevol cos en moviment podria ser recol·lectada i convertida en electricitat mitjançant tècniques ja conegudes.

Els gimnasos doncs, són espais per on cada dia hi passa una gran quantitat de gent per fer activitat física. Molts dels exercicis físics es duen a terme en màquines que contenen sistemes giratoris en els quals es genera una energia cinètica que és desaproveitada.

Així doncs, la motivació que m'ha portat a fer aquest treball és la d'intentar fer més eficient un gimnàs tot aprofitant la gran quantitat d'energia cinètica que es genera i que normalment es desaproveita en forma de calor.

1.3. Objectius

L'objectiu del treball és estudiar la viabilitat d'un nou sistema a implementar en un gimnàs que utilitzant noves tecnologies permeti generar energia totalment neta a partir del moviment que els usuaris del gimnàs creen.

D'aquesta manera s'aconseguirà millorar l'eficiència energètica del local, reduir les despeses en electricitat, beneficiar al medi ambient, aprofitar tota l'energia creada pels usuaris en forma de moviment i fins ara desaprofitada, donar a conèixer nous sistemes de generació d'electricitat,...

1.4. Finalitat

La finalitat d'aquest estudi és millorar un espai per tal de que tot i tothom en surti beneficiat. Els diferents beneficiats serien:

Propietari del gimnàs: amb la implementació de sistemes capaços de transformar el moviment generat pels usuaris del gimnàs en electricitat, a final de mes es veurà una gran diferència en el cost de la factura de la llum, per tant, el propietari s'estalviarà pagar una quantitat considerable de diners.

A més a més, el fet de ser un gimnàs innovador i sostenible atraurà l'atenció de molts esportistes i de gent interessada en la conservació del medi ambient i això farà augmentar el número de socis del gimnàs fent així incrementar el nivell d'ingressos del local.

Usuaris del gimnàs: el fet de realitzar exercici físic i a la vegada produir electricitat aprofitant el moviment que un mateix crea, proporciona una doble satisfacció a l'usuari. Per una banda practica la vida sana i saludable posant-se en forma i, per l'altra, col·labora en produir part de l'electricitat que el gimnàs necessita d'una forma totalment acord amb el medi ambient.

Reduir les despeses del gimnàs també podria fer que baixessin els preus de les tarifes dels socis, així doncs, també els propis usuaris en podrien treure un benefici econòmic.

Medi ambient: generar energia a partir del moviment que els usuaris creen, és una forma de crear electricitat totalment neta a partir d'una font inesgotable. El fet de generar energia a partir de fonts d'energia totalment renovables fa que disminueixin les emissions de diòxid de carboni a l'atmosfera i, per tant, que es freni l'efecte hivernacle del que últimament es parla tant.

La innovació: fins ara s'han fet pocs estudis sobre l'aprofitament del moviment humà per a generar energia. Així doncs, un estudi com aquest pot despertar la curiositat de molts i donar idees per pensar noves formes d'aprofitar tots i cada un dels moviments que el ser humà produeix durant el seu dia a dia.

1.5. Abast

En el transcurs del treball, s'analitzaran tots els aspectes relacionats amb l'aplicació d'aquest. Es dissenyarà el sistema i com s'haurà d'aplicar per tal que un cop es posi en marxa, tingui un funcionament correcte i òptim. A més a més, es farà un estudi de viabilitat econòmica perquè l'inversor pugui valorar si li interessa econòmicament el projecte i també s'inclourà un estudi d'impacte ambiental.

Aquest projecte es centrarà en un gimnàs concret, però podrà servir per a qualsevol altre amb unes dimensions, una quantitat de màquines cardiovasculars en ús i un flux d'usuaris similars al del gimnàs objecte d'estudi.

2. Sostenibilitat en instal·lacions esportives

2.1. Definició de gimnàs sostenible

Avui en dia, la pràctica d'exercici físic dins d'un gimnàs és molt corrent. Cada vegada es creen més gimnasos, cada vegada amplien més els seus horaris d'obertura i, per tant, cada vegada es consumeix més energia en aquest tipus d'instal·lacions.

La idea d'un gimnàs sostenible és la de crear un innovador gimnàs que aprofiti la força física i mecànica dels usuaris durant les seves rutines d'exercici per a generar energia elèctrica totalment neta.

Transformar en electricitat l'energia que produïm diàriament pot ser, sense cap mena de dubte, un mecanisme eficient no només per ampliar l'accés a la llum, sinó també per reduir l'ús de sistemes que produeixen un alt nivell de contaminació a la ciutat.

Aquesta idea de generar energia a través d'una activitat humana s'està aplicant actualment a diferents llocs, per exemple a Brasil on alguns presos redueixen la seva condemna pedalejant per tal de generar electricitat per a la lluminària de la ciutat. També existeixen discoteques que aprofiten els passos de ball per donar energia al local i, fins i tot, en algunes ciutats els vianants generen electricitat al caminar pels seus carrers.

En el cas del gimnàs sostenible, el que es vol és produir energia a través de les màquines cardiovasculars. Aquestes es troben connectades a un generador, de forma que quan l'usuari corre o pedaleja, l'energia cinètica que genera és transformada en energia elèctrica i posteriorment injectada a la xarxa elèctrica del local.

2.2. Màquines utilitzades en els gimnasos sostenibles.

Des de fa molts anys la generació d'electricitat (energia elèctrica) a través del moviment (energia mecànica) ha sigut un dels descobriments més importants que ha donat la ciència. Aquest descobriment ha permès desenvolupar una gran quantitat de centrals (nuclears, eòliques, tèrmiques,...). Totes elles es basen en la utilització de vapor o aire que permet el moviment d'una turbina que indueix electricitat. A més dels usos industrials, aquest descobriment també s'ha aplicat a molts estris del nostre dia a dia. Un d'ells és la llum de la bicicleta. El seu funcionament es basa en l'ús del moviment de les rodes per generar electricitat a través d'una dinamo o alternador. Aquesta tecnologia s'ha incorporat també en algunes màquines de gimnàs sostenibles.

No en totes les màquines que trobem en un gimnàs podem aplicar aquesta tecnologia, només podrem fer-ho en aquelles on l'usuari generi un moviment continu i a poder ser de llarga durada. Les màquines més adequades doncs, seran les màquines cardiovasculars. Aquestes són utilitzades pels usuaris per tal de realitzar un entrenament aeròbic, és a dir, aquell exercici que té com a objectiu millorar la resistència de la persona.

Així doncs, les màquines que s'estudiaran en aquest treball seran les bicicletes estàtiques, les de spinning, les reclinables, les el·líptiques i les cintes de córrer. Aquestes són màquines molt corrents que es poden trobar en un gimnàs qualsevol. De cada tipus es poden trobar moltes games diferents i, per tant, els seus preus són també molt variats.

2.2.1. Principi de funcionament

Tots els sistemes que s'explicaran a continuació són capaços de transformar l'energia mecànica en energia elèctrica gràcies al principi d'inducció electromagnètica. El moviment rotatiu que es crea quan l'usuari pedaleja es transmet a una dinamo i aquesta produeix electricitat mitjançant inducció electromagnètica. Una dinamo és gairebé el mateix que un alternador. Per a explicar el funcionament de la dinamo cal explicar prèviament el camp magnètic.

Un camp magnètic és una regió de l'espai on existeixen forces magnètiques, forces que atrauen o repelen metalls. Un camp magnètic té dos pols, el pol Nord (N) i el pol Sud (S). Aquests pols els troben als extrems del camp. Si tenim dos camps, els seus pols oposats faran que s'atreugin i els seus pols iguals faran que es separin. L'exemple més clar de camp magnètic són els imants.

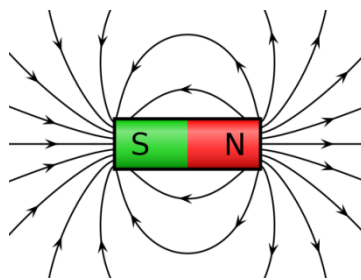


Figura 2.1 Representació d'un camp magnètic en un imant [2]

Al 1832 Michael Faraday va descobrir que un conductor elèctric movent-se dins d'un camp magnètic generava una tensió o diferència de potencial entre els seus dos extrems i quan el circuit es tancava amb un receptor circulava un corrent elèctric. És a dir, va comprovar amb un amperímetre que es generava un corrent elèctric al moure el conductor per dins del camp magnètic. A aquest corrent el va anomenar corrent induït.

Amb aquest experiment també va comprovar que quant més ràpid el conductor tallava les línies del camp magnètic, més gran era el corrent elèctric induït que es creava. Lògicament, si el conductor estava parat, no es generava corrent.

Aquest descobriment és el que va donar lloc als generadors elèctrics electromagnètics, també anomenats dinamos o alternadors, segons el tipus de corrent que generen, les dinamos generen corrent continu i els alternadors corrent altern.

Si en comptes d'un conductor construïm un bobinat, és a dir, moltes espirals juntes, tindrem un generador que produirà més corrent o una tensió més gran en els seus extrems i a més a més constant.

Les dinamos consten de dues parts, l'inductor o rotor i l'induït o estator. El rotor és l'element giratori de la dinamo i és qui rep la força mecànica de rotació. A l'estator hi ha uns quants parells de pols distribuïts de forma alternada formats per un bobinat al voltant d'un nucli de material ferromagnètic. La rotació de l'inductor fa que el bobinat travessi el camp magnètic i d'aquesta manera es generi el corrent continu que finalment es recull als col·lectors.

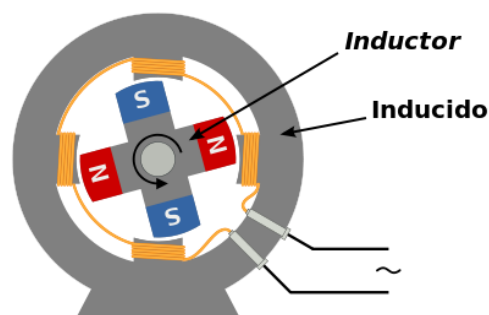


Figura 2.2 Esquema d'una dinamo [2]

Un cop ha arribat el corrent als col·lectors de la màquina, abans de retornar-lo a la xarxa elèctrica, cal transformar-lo en corrent altern. Aquesta transformació es fa amb un inversor. Un inversor té com a funció canviar un voltatge d'entrada de corrent continu a un voltatge simètric de sortida de corrent altern amb la magnitud i freqüència desitjada. En el nostre cas, caldrà que l'inversor retorni un corrent altern de sortida de 230 volts i amb una freqüència de 50 Hertz.

Un cop el corrent ha passat per l'inversor, aquest ja està preparat per ser injectat a la xarxa elèctrica del local. Aquestes màquines estan fetes per a produir energia i immediatament enviar-la un altre cop a la xarxa elèctrica. Això és molt més efectiu que els sistemes d'emmagatzematge de bateries, els quals són cars, mediambientalment nocius, ocupen espai i requereixen processos que malgasten energia.

En el cas que caigués la xarxa d'energia, les màquines s'apagarien automàticament per tal de prevenir la retroalimentació a la xarxa i evitar incidents. [2]

2.2.2. Varietat de sistemes generadors d'energia

Tant si es vol crear un gimnàs sostenible des de zero com si es vol fer l'adaptació d'un gimnàs tradicional, hi ha diverses empreses ja dedicades a la fabricació i comercialització de màquines i sistemes generadors d'electricitat. A continuació s'expliquen i s'analitzen els diferents sistemes i productes que ofereixen algunes d'aquestes empreses.

2.2.2.1. SportsArt

SportsArt és una de les marques amb més història i recorregut del món de la fabricació de màquines de fitness. El seu catàleg està ple d'equips innovadors, dotats amb dissenys exclusius, amb gran qualitat de tots els seus materials i una gran aposta per la sostenibilitat.

SportsArt ECO-POWER és la pionera en sistemes sostenibles que aprofiten el poder de les bicicletes i el retornen a la xarxa. Actualment les seves màquines d'alta tecnologia contenen micro inversors a l'interior de les cobertes que fan prescindir de la necessitat de cables i de caixes addicionals. Els seus models per tant, són màquines completes amb el sistema generador d'electricitat ja incorporat.


SportsArt ECO-POWER té actualment diversos models de bicicletes el·líptiques, bicicletes estàtiques, bicicletes reclinables i bicicletes de spinning. A continuació es mostren els models, dimensions i preus d'aquests models. [3]

BICICLETES EL·LÍPTIQUES	
Elliptical G875	Elliptical G845
	
2200 x 710 x 1750 mm	2032 x 787 x 1727 mm
6.663 €	5.224 €

Taula 2.1 Bicycles el·líptiques SportsArt [3]

BICICLETES RECLINABLES	
Recumbent Cycle G575R	Recumbent Cycle G55R
	
1835 x 655 x 1360 mm	1676 x 660 x 1727 mm
4.320 €	3.059 €

Taula 2.2 Bicycles reclinables SportsArt [3]

BICICLETES ESTÀTIQUES	
Upright Cycle G575U	Upright Cycle G545U
	
1175 x 585 x 1410 mm	1168 x 584 x 1422 mm
3.601 €	2.700 €

Taula 2.3 Bicicletes estàtiques SportsArt [3]

BICICLETA SPINNING
Indoor Cycle G510

1370 x 640 x 1230 mm
2.520 €

Taula 2.4 Bicicleta spinning SportsArt [3]

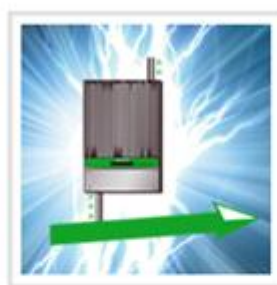
2.2.2.2. ReRev

El sistema ReRev és una unitat individual que s'adapta a les màquines cardiovasculars de gimnàs. El sistema reconduïx l'energia cinètica que normalment es desprèn de les màquines en forma de calor. Aquest processa l'energia mecànica, la transforma en electricitat i la retorna a la xarxa elèctrica per tal de que pugui ser aprofitada. El sistema consta d'una caixa que s'instal·la unida a la màquina.

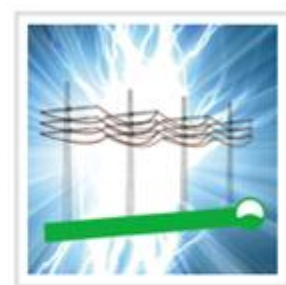
El preu per cada unitat és de 9.212. És un sistema costós i pot ocupar un gran espai en el gimnàs, però és de fàcil instal·lació i a més s'adapta a les màquines ja existents. [4]



L'energia cinètica es converteix en corrent continu i s'envia al sistema ReRev



ReRev transforma el corrent continu en corrent altern



L'electricitat ja pot ser utilitzat per alimentar l'edifici

Figura 2.3 Esquema funcionament sistema ReRev [4]

2.2.2.3. GYRE9, The Green Revolution

Gyre9 és una empresa de desenvolupament de productes enfocada al disseny i a la enginyeria de solucions completes preparades per ser llençades al mercat. Amb un equip format per dissenyadors industrials, mecànics i enginyers elèctrics, l'empresa és capaç de dissenyar, produir i comercialitzar els productes.

Aquesta empresa ofereix dins de la seva gamma de productes el generador "The green revolution" que és un sistema capaç d'adaptar-se a les bicicletes de spinning. Aquest substitueix el mecanisme normal de resistència a la fricció per un motor que quan l'usuari pedaleja genera electricitat. El xassís del sistema és compatible amb 6 geometries de bicicletes de spinning diferents. [5]



Figura 2.4 Sistema GYRE9 adaptat a una bicicleta de spinnig [5]

2.2.2.4. WOODWAY EcoMill

WOODWAY és una empresa d'equipament de gimnasos que acaba de desenvolupar una nova tecnologia per a una cinta de córrer eficient coneguda com a *EcoMill*. Aquesta cinta de córrer no necessita energia per funcionar, és una màquina totalment manual.

La curvatura de la cinta permet que l'usuari seleccioni la velocitat en que vol córrer o caminar. La màquina no té botons per modificar la velocitat sinó que és l'esportista qui fa de motor. El fet de ser totalment manual, fa que hagi de ser l'usuari amb la seva pròpia força qui posi en marxa la màquina, és per això, que en aquest tipus de cinta de córrer es cremaran moltes més calories que en una de convencional.

El preu inicial és de 7.365€, pot semblar car però cal tenir en compte que en una cinta convencional cal canviar el seu cinturó cada 80.500km, en canvi en la cinta EcoMill no cal canviar-lo fins als 241.000km.

Aquestes cintes de córrer són totalment compatibles amb el sistema ReRev explicat anteriorment. Les cintes per si soles no són capaces de generar energia, però si els hi adaptem un sistema ReRev, aquest serà capaç de transformar el moviment generat en energia elèctrica per tal de ser retornada a la xarxa elèctrica i utilitzada a les instal·lacions del gimnàs. [6]



Figura 2.5 Cinta de córrer WOODWAY EcoMill [6]

2.2.3. Comparació dels diversos sistemes

Cada sistema de generació d'energia explicat serveix per adaptar-se o substituir a unes màquines en concret. Seguidament es mostra una taula comparativa dels diferents productes explicats per tal de fer més fàcil la comparació entre ells.

Cal dir que els Wh que produeix cada màquina varien en funció de la intensitat en que l'usuari realitzi l'exercici físic. El nombre que es mostra a la taula és el valor mig que un usuari podria generar.

Empresa	Possibilitat d'adaptació a màquines ja existents	Tipus de màquines	Energia mitja que pot produir (Wh)	Preu la unitat (€)
SportsArt	NO	Tot tipus de bicicletes	150	2500-6000
ReRev	SI	Tot tipus	150	9212
GYRE9	SI	Bicicletes spinning	150	-
WOODWAY	NO	Cintes de córrer	0	7365

Taula 2.5 Taula comparativa de les màquines generadores d'electricitat que ofereix cada empresa

2.3. Gimnasos i altres iniciatives sostenibles ja existents

2.3.1. The Green Microgym

The Green Microgym és un dels pioners dins del camp de gimnasos sostenibles. Va ser creat per Adam Boesel, un mestre d'escola convertit en entrenador personal que, molt sensibilitzat per l'ecologia i el respecte al medi ambient, va saber com treure partit al consum de calories durant l'exercici físic. Boesel va iniciar el seu camí durant el 2010 amb l'obertura de tres centres funcionant sota aquest model sostenible de gimnàs a l'estat d'Oregon, EEUU, i des de llavors ha aconseguit un estalvi anual d'un 85% d'energia en comparació del que consumeix un gimnàs convencional.

Això suposa generar una mitja de 37.000 kilowatts l'hora gràcies a les rutines cardiovasculars que realitzen diàriament els seus socis en les seves màquines habilitades del centre. Aquest 37.000 kilowatts hora representen la no emissió de 33.500 quilograms

de carboni a l'atmosfera, o el que és el mateix, deixar de conduir un vehicle 131.000 quilometres, o plantar al voltant de 6 hectàrees d'arbres.

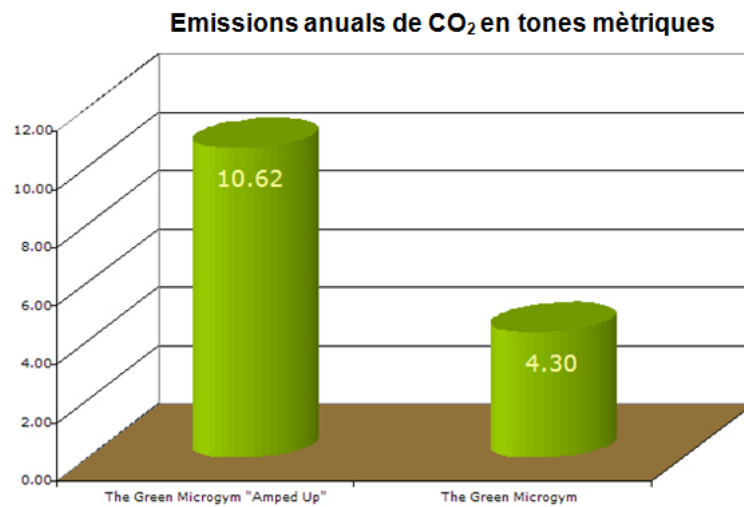


Figura 2.6 Emissions anuals de CO₂ en tones mètriques [7]

La figura il·lustra la diferència entre ser un gimnàs sostenible i no ser-ho. La primera columna mostra les emissions de CO₂ que emetria *The Green Microgym* si no seguís el model sostenible. La segona columna mostra les emissions actuals de CO₂ del centre. Com podem veure, la reducció d'emissions és d'un 60%.

L'interès suscitat per aquesta innovadora forma de crear consciència ecològica mentre exercites el teu cos ha fet que s'estengués a altres latituds, amb l'obertura del primer *Green Gym* europeu a la ciutat de Berlín. [7]



Figura 2.7 Gimnàs The Green Microgym [7]

2.3.2. Green Heart Gym

A la ciutat de Hull, Regne Unit es va instal·lar el primer gimnàs a l'aire lliure que convertia l'energia cinètica dels entrenaments en electricitat. Aquesta forma d'instal·lar gimnasos gratuïts a l'aire lliure és una interessant idea, ja que a més de promoure la salut pública a través de l'exercici, permet que l'energia produïda es pugui utilitzar, per exemple, per l'enllumenat del propi parc on es trobi instal·lat.

Actualment, l'electricitat produïda en les màquines d'aquests gimnasos il·lumina el lloc on estan ubicats gràcies a les làmpades LED que incorporen i també permeten carregar els telèfons mòbils ja que incorporen un sistema anomenat *Cardio Charge*. Però l'objectiu és poder ubicar els gimnasos en llocs on es pugui aprofitar l'energia produïda per a alimentar edificis propers, o subministrar electricitat a la xarxa elèctrica.

Els aparells generen electricitat mentre els usuaris treballen. L'energia es mostra i s'emmagatzema al sistema EDU (Energy Display Unit), i aquest mostra a l'usuari la quantitat d'energia generada. Cada aparell pot produir entre 50 i 100W d'electricitat neta, tot i que aquesta quantitat depèn de la capacitat d'esforç dels usuaris de les màquines, com a terme mig una persona de complexió normal produirà entre 15 i 100W.

L'empresa es dedica a la fabricació de gimnasos d'exterior des dels seus inicis, i la incorporació dels equips generadors d'electricitat va ser una gran novetat, pel que indiquen, els hi agradaria incloure en totes les instal·lacions ja realitzades equips generadors elèctrics. [8]



Figura 2.8 Green Heart Gym [8]

2.3.3. Energy Floors

Energy Floors és una empresa amb seu a Rotterdam que està revolucionant el panorama de l'energia sostenible al transformar l'energia cinètica que es produeix al caminar o ballar en energia elèctrica. Tot això, amb la finalitat de conscienciar sobre l'energia alternativa al món.

Al 2008 van llençar el seu producte Sustainable Dance Floor (SDF), que utilitza el moviment de les persones com a font d'energia al convertir l'energia cinètica en elèctrica. Amb ella alimenten els llums LED de la pista de ball creant una atmosfera de discoteca i proporcionant al públic una experiència interactiva. Això és així, ja que els mòduls que integren la pista de ball es flexionen al ser xafats, creant un moviment que es transforma en energia elèctrica gràcies a un petit generador intern. Cada mòdul de 75x75x20cm pot produir fins a 35watts.

D'aquesta forma, l'empresa transmet un missatge sostenible a través de la participació, donen energia als participants i fan que siguin conscients de que l'energia cinètica pot ser utilitzada de forma divertida per obtenir energia renovable.

Actualment tenen altres productes al mercat que utilitzen el mateix principi de funcionament que el SDF però de forma més rentable i eficient per aplicacions a gran escala, Sustainable Energy Floor (SEF). L'empresa té com a objectiu captar i convertir l'energia cinètica de les zones de vianants concorregudes com estadis esportius, aeroports, estacions de tren, aparcaments, centres comercials, oficines,... en electricitat utilitzable.

La tecnologia SEF és un sistema de terra totalment reciclable que pretén aprofitar l'energia per tal d'il·luminar el espai del seu voltant, o bé, que aprofitar-la per tal de que pugui ser utilitzada per alimentar els sistemes locals. [9]

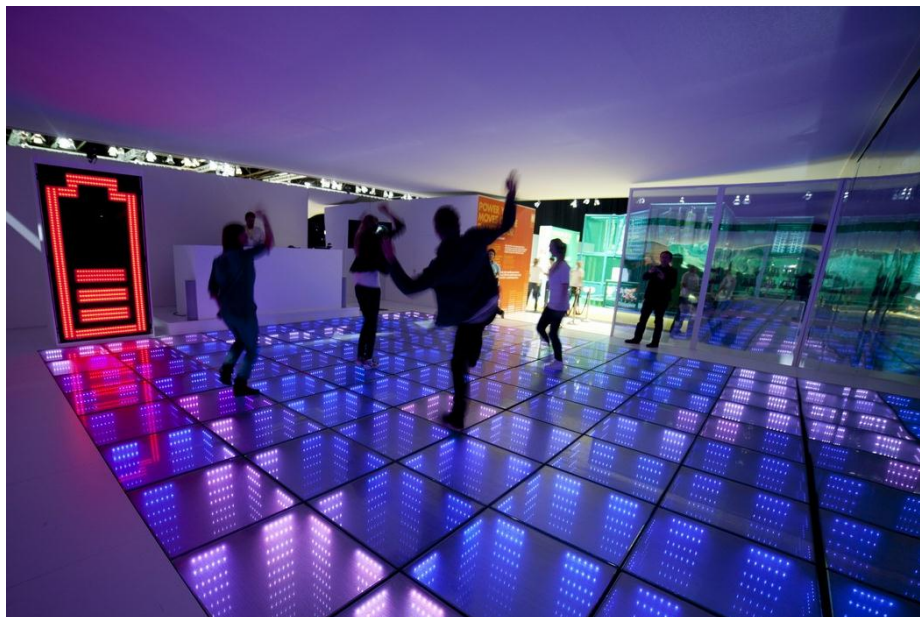


Figura 2.9 Sustainable Dance Floor [9]

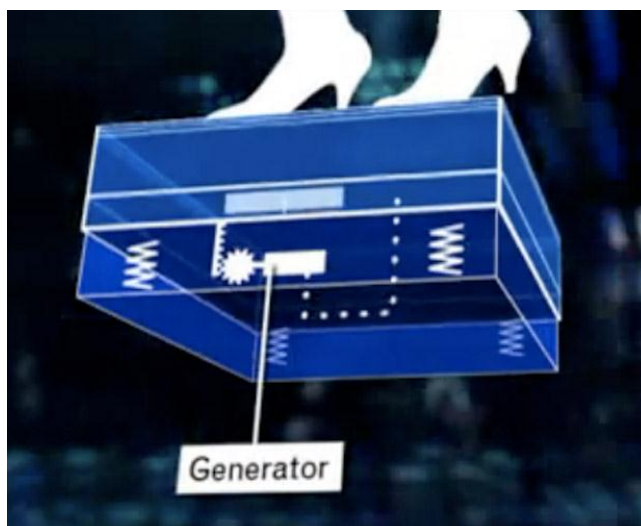


Figura 2.10 Principi de funcionament del Sustainable Dance Floor [9]

2.4. Altres mesures a prendre per reduir despeses i beneficiar al medi ambient

En aquest treball s'estudiarà només l'impacte econòmic i medioambiental que tindria sobre un gimnàs el fet de substituir o adaptar les màquines cardiovasculars. Però si es volgués que el gimnàs fos totalment sostenible, caldria prendre moltes altres mesures.

A continuació es mostra un conjunt d'iniciatives verdes per a aquelles instal·lacions que desitgin millorar la protecció del medi ambient. Algunes poden ser massa ambicioses, però d'altres són de baix cost i fàcils d'implementar d'immediat.

Il·luminació:

- Substituir totes les bombetes incandescent per fluorescentes o leds.
- En espais amb il·luminació natural adequada, apagar els llums regulars durant el dia
- Sempre que sigui possible, substituir els llums per claraboies o per tubs solars
- Tintar o tractar les finestres per a reflectir la calor

Terra:

- Utilitzar cautxú reciclat per al terra de la sala de peses
- Utilitzar bambú pel terra de la sala cardiovascular. El bambú es considera ecològic gràcies al seu ràpid creixement.
- Usar catifes reciclades i reciclables a la zona de l'oficina i de recepció
- Implementació dels terres Energy Floors a diverses zones del gimnàs.

Vestuaris:

- Instal·lar dispensadors automàtics ja que regulen el control de porcions i redueixen consum
- Eliminar les tovalloles de paper i instal·lar assecadors d'aire
- Instal·lar lavabos i dutxes amb aixetes de baix flux, amb tancament automàtic si és possible
- Instal·lar sistemes d'il·luminació amb sensors de detectors del moviment
- Usar paper higiènic reciclat
- Considerar la utilització d'aigua gris (aigua reciclada i recol·lectada) a la bugaderia i al vàter

General:

- Utilitzar productes de neteja ecològics
- Utilitzar tovalloles de paper reciclat
- Utilitzar materials de construcció sostenibles
- Utilitzar mantes tèrmiques de piscina (si hi ha servei de piscina)
- Escollir paisatgisme que no necessiti molt reg
- Reciclar tots els diaris, revistes, plàstics, llaunes, bateries,...

- Utilitzar cautxú reciclat per a les pistes de tennis
- Utilitzar televisors LCD en comptes de plasmes d'alta energia
- Prohibir la venda d'aigua embotellada, recolzant així l'ús d'ampolles d'acer reutilitzables.
- Instal·lació de panells solars fotovoltaics

Refrigeració i climatització:

- Utilitzar equips HVAC (sistemes de ventilació, calefacció i aire condicionat)
- Consumir electricitat provinent de fonts renovables
- Instal·lar ventiladors de sostre

Equipaments d'exercici físic:

- Canviar les màquines convencionals per màquines generadores d'electricitat.

3. Descripció del gimnàs objecte d'estudi

3.1. Ubicació i descripció del local

El gimnàs objecte d'aquest estudi serà el *Vela Club Fitness*. Aquest és un gimnàs situat al centre de la ciutat de Manresa, a la comarca del Bages, que està en funcionament des del mes de juny de l'any 2012. El gimnàs compta amb un total de 1023 socis. A l'estar situat al centre de la ciutat, les seves instal·lacions són força concorregudes a totes hores del dia per tot tipus de públic.

L'edifici on està situat el gimnàs consta de 6 plantes. Les sales on es realitza l'exercici físic estan situades des de la planta baixa fins a la tercera planta i les zones de vestidors, sala de maquinària,... estan situades a les plantes subterrànies. A continuació es mostra un quadre resum de la superfície útil de cada planta separat per espais.

TERCERA PLANTA				
DENOMINACIÓ		SUPERFÍCIE (m ²)	VOLUM (m ³)	PERÍMETRE (m)
Bany	Personal	3,66	9,15	8,66
Despatx	P3	7,03	17,58	10,63
Distribuïdor	P3	3,37	8,42	8,32
Escala P3	P3	9,94	22,59	18,03
Pas	P3	7,30	18,24	11,07
Safareig	P3	2,48	6,21	6,27
Sala	Spinning	74,32	185,79	52,15
Sala descans	Personal	10,60	26,50	14,16
Servei	P3	1,82	4,56	6,06
Terrassa 1	P3	29,23	0,00	24,78
Terrassa 2	P3	40,45	0,00	27,80
TOTAL		189,30	299,04	187,93

Taula 3.1 Espais útils tercera planta

SEGONA PLANTA				
DENOMINACIÓ		SUPERFÍCIE (m ²)	VOLUM (m ³)	PERÍMETRE (m)
Abocador	P2	0,77	1,70	3,86
Despatx	P2	17,44	43,60	19,02
Escala P2	P2	16,78	41,94	20,90
Pas	P2	4,39	9,65	9,87
Sala	Dirigides	144,03	360,08	61,69
Servei dones	P2	3,10	6,82	7,10
Servei homes	P2	3,10	6,82	7,10
Traster	P2	2,53	5,58	6,50
TOTAL		192,14	476,19	136,04

Taula 3.2 Espais útils segona planta

PRIMERA PLANTA				
DENOMINACIÓ		SUPERFÍCIE (m ²)	VOLUM (m ³)	PERÍMETRE (m)
Distribuïdor	P1	4,88	10,73	10,76
Escala P1	P1	15,53	38,82	19,26
Recepció	P1	17,51	43,79	18,72
Sala	Cardio	136,92	342,30	69,12
Sala	Espera	6,38	15,96	10,47
Servei dones	P1	3,10	6,82	7,10
Servei homes	P1	3,10	6,82	7,10
Traster	P1	2,53	5,58	6,50
TOTAL		189,95	470,82	149,03

Taula 3.3 Espais útils primera planta

PLANTA BAIXA				
DENOMINACIÓ		SUPERFÍCIE (m ²)	VOLUM (m ³)	PERÍMETRE (m)
Escala PB	PB	7,52	20,30	15,74
Distribuïdor	Gimnàs	5,50	13,47	11,68
Pas	Gimnàs	9,36	23,40	21,86
Porxo	Accés	1,00	2,50	5,26
Sala	Fitness	107,47	386,88	46,75
Sala	Musculació	186,78	672,42	72,17
Vestíbul	Entrada	10,18	27,48	17,95
TOTAL		327,81	1146,72	191,41

Taula 3.4 Espais útils planta baixa

PLANTA SOTERRANI -1				
DENOMINACIÓ		SUPERFÍCIE (m ²)	VOLUM (m ³)	PERÍMETRE (m)
Distribuïdor	PS-1	6,44	16,10	10,27
Escala S-1	PS-1	10,97	27,41	13,16
Neteja	PS-1	2,10	5,24	6,73
Sala personal	PS-1	12,92	32,30	14,92
Servei dones	PS-1	5,43	13,57	9,55
Servei homes	PS-1	7,88	19,69	12,31
Vestíbul	PS-1	13,16	32,89	16,92
Vestidor	Adaptat	10,15	25,37	12,82
Vestidor	Dones	96,53	241,32	56,35
TOTAL		165,58	413,89	153,03

Taula 3.5 Espais útils primera planta subterrània

PLANTA SOTERRANI -2				
DENOMINACIÓ		SUPERFÍCIE (m ²)	VOLUM (m ³)	PERÍMETRE (m)
Distribuïdor	PS-2	14,17	31,16	19,69
Escala S-2	PS-2	6,97	17,43	12,49
Magatzem	PS-2	16,85	42,12	19,38
Sala màquines	PS-2	8,13	20,32	11,91
Servei	Adaptat	3,96	8,71	7,22
Vestíbul	PS-2	4,19	9,21	9,32
Vestidor	Homes	99,72	249,29	72,20
TOTAL		154,00	378,49	151,21

Taula 3.6 Espais útils segona planta subterrània

L'estudi que es realitzarà en aquest treball estarà basat només en els espais on hi ha màquines dedicades a la pràctica d'exercici cardiovascular, així doncs, caldrà només tenir en compte les següents sales:

PLANTA	DENOMINACIÓ	SUPERFÍCIE (m ²)	VOLUM (m ³)	PERÍMETRE (m)
Primera	Sala cardio	136,92	342,30	69,12
Tercera	Sala spinning	74,32	185,79	52,15

Taula 3.7 Espais útils sales a estudiar

3.2. Descripció detallada de les sales d'estudi

Com ja s'ha explicat en punts anteriors, el treball es basa en calcular l'energia que podrien arribar a produir els usuaris del gimnàs durant la pràctica d'exercici físic en màquines cardiovasculars i que posteriorment es podria aprofitar per abastir les necessitats energètiques del local.

Les màquines que hi ha actualment al gimnàs no són màquines generadores d'electricitat, així doncs, caldrà fer una inversió en noves màquines o adaptar les ja existents. Abans però de poder fer càlculs, cal tenir una descripció molt detallada de les sales on estan situades les màquines cardiovasculars, cal saber la quantitat i el tipus de màquines que hi ha a cada espai a estudiar. A continuació es fa aquesta descripció.

3.2.1. Sala cardiovascular

La sala cardiovascular està situada a la primera planta i consta d'una superfície de 136,92 m². Aquest és un espai que conté únicament màquines dedicades a la pràctica d'exercici cardiovascular de diversos tipus, en total n'hi ha 32.

Actualment als gimnasos la demanda de bicicletes el·líptiques i de cintes de córrer és molt més elevada que la dels altres tipus de bicicleta, ja que aquestes primeres són les que permeten a l'usuari realitzar un exercici físic molt més complet. El nombre de màquines de cada tipus que hi ha a la sala és el següent:

Tipus	Nombre
Bicicleta el·líptica	12
Bicicleta estàtica	4
Bicicleta reclinable	4
Bicicleta spinning	2
Cinta de córrer	10

Taula 3.8 Nombre de màquines de cada tipus a la sala cardiovascular

A continuació es mostra el plànol de la sala i la distribució de les màquines:

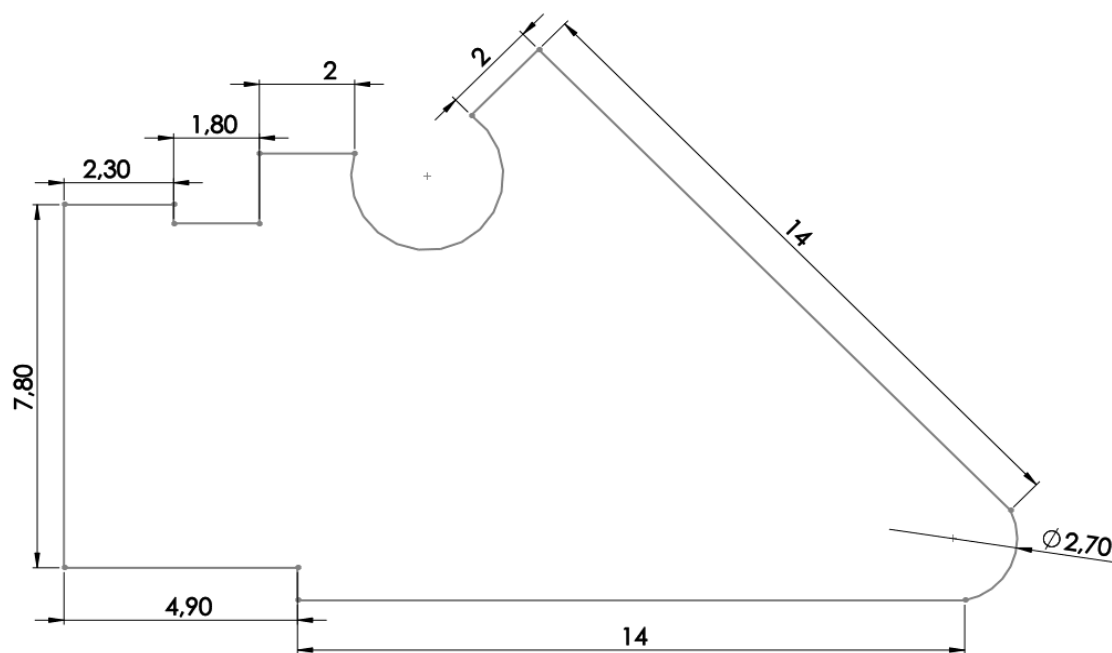


Figura 3.1 Plànol sala de màquines cardiovasculars

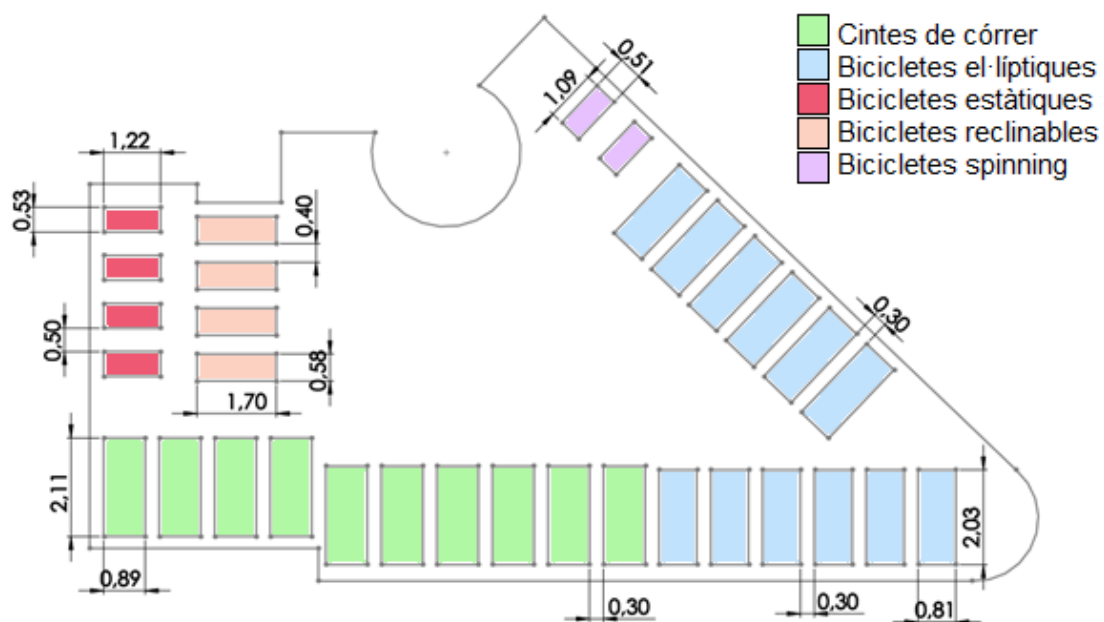


Figura 3.2 Distribució de les màquines a la sala cardiovascular

3.2.2. Sala spinning

L'altra sala a estudiar és la sala on es troben gairebé totes les bicicletes de spinning. Aquest espai està situat a la tercera planta de l'edifici i té una superfície de 74,32 m².

El spinning és una activitat col·lectiva i dirigida per un monitor que es realitza sobre bicicletes estàtiques especialment dissenyades per aquest propòsit seguint el ritme de la música. En aquesta classe es pot treballar, segons el tipus de sessió que es realitzi, tant la resistència cardiovascular, com el treball intervàlic o un entrenament de velocitat.

Les classes de spinning són una activitat en grup que es fa molt amena, en la que es suu molt i la sensació de treball és molt alta. A més és totalment personalitzable, perquè cadascú regula la seva resistència, i en cas d'equivocar-se no és tant evident com en altres tipus de classes (aeròbic, steps,...).

És per aquests motius doncs, que aquesta activitat agrada a tanta gent i per tant el gimnàs requereix d'una sala amb un nombre elevat de bicicletes de spinning. El nombre total de bicicletes que trobem a la sala és el següent:

Tipus	Nombre
Bicicleta spinning	31

Taula 3.9 Nombre de bicicletes de spinning

A continuació es mostra el plànol de la sala i la distribució de les màquines:

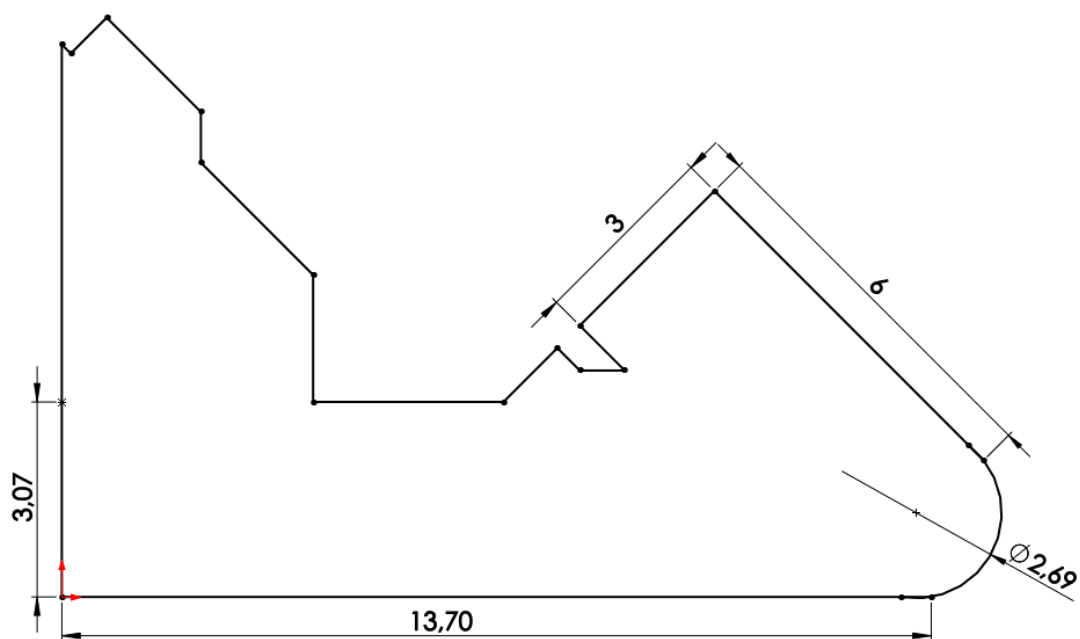


Figura 3.3 Plànol sala de spinning

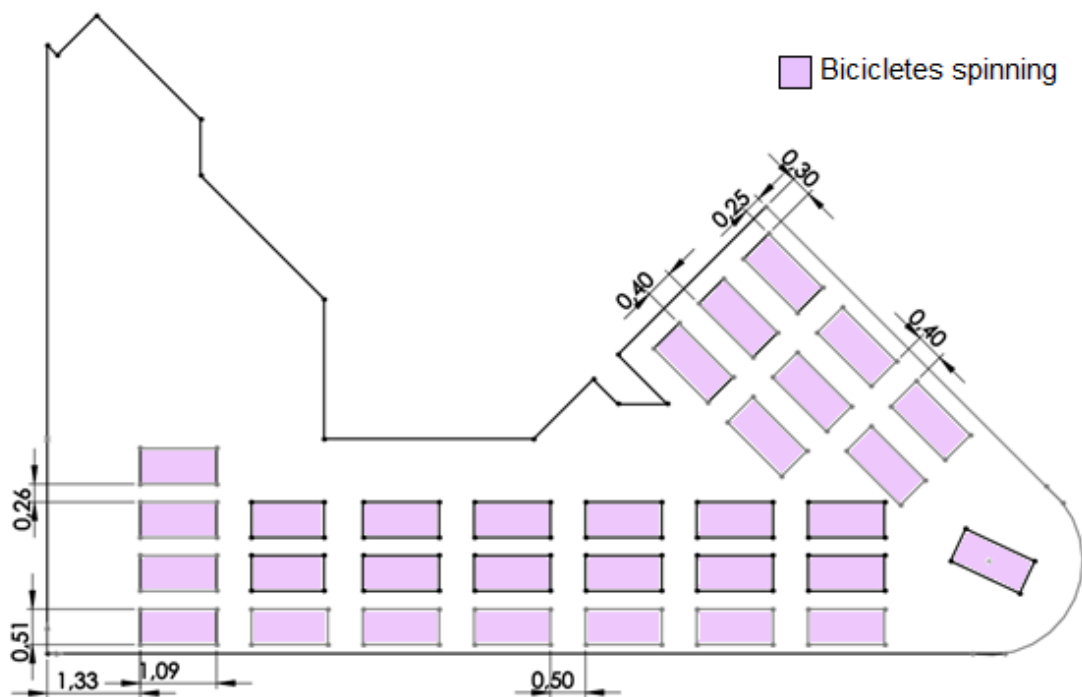


Figura 3.4 Distribució de les bicicletes a la sala de spinning

3.3. Consum elèctric del gimnàs

Un altre punt molt important que cal descriure i analitzar profundament és el consum elèctric del gimnàs, ja que aquest és el factor que es vol rebaixar amb la instal·lació de les noves màquines generadores d'electricitat. Els usuaris a l'utilitzar les màquines generaran energia i aquesta serà retornada a la xarxa i aprofitada per les instal·lacions del gimnàs. D'aquesta manera, el consum elèctric del gimnàs disminuirà i com a conseqüència també ho farà el seu cost.

El consum elèctric va molt lligat al clima on està situat el gimnàs, ja que gran part de l'energia consumida va dedicada a la climatització del local. Seguidament es mostren les dades climatològiques i els consums energètics del passat any 2016.

3.3.1. Clima Manresa 2016

La ciutat de Manresa, situada a 242 metres d'altitud sobre el nivell del mar, manté un clima submediterrani, una barreja entre clima mediterrani i continental . Aquest, és un clima humit amb estius molt calorosos i hiverns molt freds. El fet de tenir aquest clima, fa que gran part de les despeses del gimnàs vagin dedicades a la climatització del local ja que a l'estiu cal una bona refrigeració i a l'hivern un bon sistema de calefacció per tal de que els usuaris tinguin unes condicions adequades per a la pràctica de l'exercici físic.

Per altra banda, el gimnàs té gran part de la façana de vidre, fet que afavoreix a les despeses en il·luminació del local durant les hores de sol.

Com que estem centrant l'estudi en els consums de l'any 2016, seguidament es mostra un gràfic de les temperatures màximes i mínimes durant l'any 2016 a Manresa.

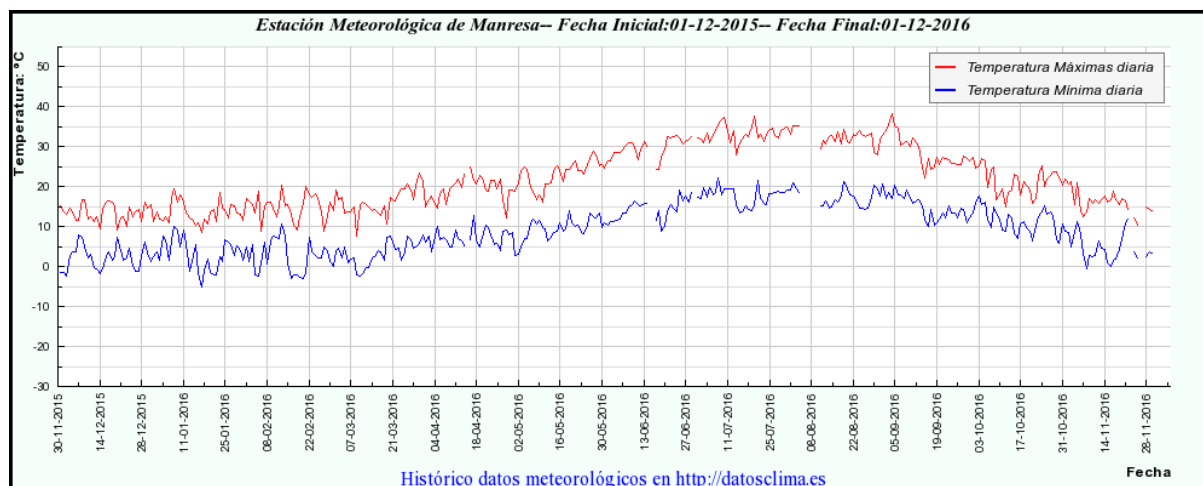


Figura 3.5 Temperatures màximes i mínimes a Manresa l'any 2016 [10]

Com es pot veure en el gràfic, l'any 2016 va ser un any que no va destacar per temperatures extremes, el canvi d'una estació a una altra va ser suau. Durant els mesos d'estiu la temperatura màxima rondava al voltant dels 30-33°C i la mínima al voltant dels 15-18°C. Als mesos més freds, la màxima era d'uns 9-10°C i la mínima d'uns 1-2°C. [10]

Més endavant veurem la relació que s'estableix entre les temperatures i el consum energètic del gimnàs.

3.3.2. Consums 2016

Per tal de poder analitzar els consums, el gimnàs ens ha proporcionat les factures de tot l'any 2016. La tarifa contractada pel local és de 3.0A. Aquesta tarifa és habitual en locals comercials, oficines mitjanes i grans, gimnasos,... És la més habitual a les Pimes (Petites i Mitjanes Empreses) i s'aplica a qualsevol punt de subministrament de baixa tensió amb una potència contractada superior a 15kW. En la immensa majoria dels casos estem parlant de subministres amb configuració trifàsica i amb absència de taules de potència normalitzades: l'empresa pot fixar la potència a contractar sempre i quan el valor màxim sigui superior a 15 kW.

La tarifa consta de tres períodes en el terme d'energia i de potència. El fet de tenir diversos períodes en el terme de potència permet escollir quin valor es vol contractar en cada període, determinat pel perfil de demanda d'energia del gimnàs, segons sigui punta (P1), pla (P2) i vall (P3). Cal dir que les cinc grans distribuïdores elèctriques, i gran part de les petites, permeten que, sempre i quan, en algun dels tres períodes es contracti una potència igual o superior a 15,001kW, es pot contractar la potència desitjada en els períodes

restants, sense que tinguin cap relació entre ells (ex: potències creixents de P1 a P3). [11]

L'horari dels períodes, en potència i energia, és el que es segueix al sistema peninsular:



Figura 3.6 Períodes de potència a l'hivern i a l'estiu [11]

A continuació es mostra un petit resum de les factures mensuals del 2016. El valor total és la suma del cost total de potència, el cost total d'energia consumida, un impost elèctric (no mostrat a la taula) i el 21% d'IVA:

DESEMBRE 2015	Pot. contractada	Pot. (€/kW)	Cost Pot. (€)	Quantitat (kWh)	Preu kWh (€)	Cost kW (€)	TOTAL (+IVA)
P1	73,95	3,459166	255,81	2274	0,11969	272,18	
P2	73,95	2,075499	153,48	6315	0,097619	616,46	
P3	73,95	1,383666	102,32	1403	0,070386	98,75	
			511,61			987,39	1287,48

Taula 3.10 Consum desembre 2015

GENER 2016.	Pot. contractada	Pot. (€/kW)	Cost Pot. (€)	Quantitat (kWh)	Preu kWh (€)	Cost kW (€)	TOTAL (+IVA)
P1	73,95	3,338433	246,88	2510	0,11696	293,57	
P2	73,95	2,003060	148,13	6612	0,096214	636,17	
P3	73,95	1,335373	98,75	1325	0,070368	93,24	
			493,75			1022,97	1331,34

Taula 3.11 Consum gener 2016

FEBRER 2016.	Pot. contractada	Pot. (€/kW)	Cost Pot. (€)	Quantitat (kWh)	Preu kWh (€)	Cost kW (€)	TOTAL (+IVA)
P1	73,95	3,227152	238,65	2471	0,11696	289,01	
P2	73,95	1,936291	143,19	6166	0,096214	593,26	
P3	73,95	1,290861	95,46	1259	0,070368	88,59	
			477,30			970,86	1264,33

Taula 3.12 Consum febrer 2016

MARÇ 2016.	Pot. contractada	Pot. (€/kW)	Cost Pot. (€)	Quantitat (kWh)	Preu kWh (€)	Cost kW (€)	TOTAL (+IVA)
P1	73,95	3,449714	255,11	2247	0,11696	262,81	
P2	73,95	2,069828	153,06	6054	0,096214	582,48	
P3	73,95	1,379886	102,04	1236	0,070368	86,97	
			510,21			932,26	1216,81

Taula 3.13 Consum març 2016

ABRIL 2016.	Pot. contractada	Pot. (€/kW)	Cost Pot. (€)	Quantitat (kWh)	Preu kWh (€)	Cost kW (€)	TOTAL (+IVA)
P1	73,95	3,338433	246,88	2301	0,11696	269,12	
P2	73,95	2,003060	148,13	6030	0,096214	580,17	
P3	73,95	1,335373	98,75	1266	0,070368	89,09	
			493,75			938,38	1224,04

Taula 3.14 Consum abril 2016

MAIG 2016.	Pot. contractada	Pot. (€/kW)	Cost Pot. (€)	Quantitat (kWh)	Preu kWh (€)	Cost kW (€)	TOTAL (+IVA)
P1	73,95	3,449714	255,11	2173	0,11696	254,15	
P2	73,95	2,069828	153,06	6352	0,096214	611,15	
P3	73,95	1,379886	102,04	1282	0,070368	90,21	
			510,21			955,52	1246,85

Taula 3.15 Consum maig 2016

JUNY 2016.	Pot. contractada	Pot. (€/kW)	Cost Pot. (€)	Quantitat (kWh)	Preu kWh (€)	Cost kW (€)	TOTAL (+IVA)
P1	73,95	3,338433	246,88	2507	0,11696	293,22	
P2	73,95	2,003060	148,13	7635	0,096214	734,59	
P3	73,95	1,335373	98,75	1354	0,070368	95,28	
			493,75			1123,09	1458,96

Taula 3.16 Consum juny 2016

JULIOL 2016.	Pot. contractada	Pot. (€/kW)	Cost Pot. (€)	Quantitat (kWh)	Preu kWh (€)	Cost kW (€)	TOTAL (+IVA)
P1	73,95	3,449714	255,11	2598	0,11696	303,86	
P2	73,95	2,069828	153,06	7712	0,096214	742,00	
P3	73,95	1,379886	102,04	1406	0,070368	98,94	
			510,21			1144,80	1489,70

Taula 3.17 Consum juliol 2016

AGOST 2016.	Pot. contractada	Pot. (€/kW)	Cost Pot. (€)	Quantitat (kWh)	Preu kWh (€)	Cost kW (€)	TOTAL (+IVA)
P1	47	3,449714	162,14	2515	0,11696	294,15	
P2	73,95	2,069828	153,06	7699	0,096214	740,75	
P3	34	1,379886	46,92	1398	0,070368	98,37	
			362,12			1133,28	1473,59

Taula 3.18 Consum agost 2016

SETEMBRE 2016.	Pot. contractada	Pot. (€/kW)	Cost Pot. (€)	Quantitat (kWh)	Preu kWh (€)	Cost kW (€)	TOTAL (+IVA)
P1	47	3,338433	156,91	2721	0,105471	286,99	
P2	73,95	2,003060	148,13	8090	0,082286	665,69	
P3	34	1,335373	45,40	1547	0,06371	98,56	
			350,44			1051,24	1358,71

Taula 3.19 Consum setembre 2016

OCTUBRE 2016.	Pot. contractada	Pot. (€/kW)	Cost Pot. (€)	Quantitat (kWh)	Preu kWh (€)	Cost kW (€)	TOTAL (+IVA)
P1	38,85	3,449714	134,02	2163	0,105471	228,13	
P2	73,95	2,069828	153,06	6178	0,082286	508,36	
P3	33	1,379886	45,54	1392	0,06371	88,68	
			332,62			825,18	1070,09

Taula 3.20 Consum octubre 2016

NOVEMBRE 2016.	Pot. contractada	Pot. (€/kW)	Cost Pot. (€)	Quantitat (kWh)	Preu kWh (€)	Cost kW (€)	TOTAL (+IVA)
P1	38,85	3,338433	129,70	2381	0,105471	251,13	
P2	73,95	2,003060	148,13	5952	0,082286	489,77	
P3	31	1,335373	41,40	1317	0,06371	83,91	
			319,22			824,80	1068,78

Taula 3.21 Consum novembre 2016

Un cop vistes les factures, cal destacar que el gimnàs fins al mes de juliol tenia la mateixa potència contractada per a tots els períodes. Però, a partir del mes d'agost, la potència contractada varia en funció de la demanda de cada període. Aquest canvi el van fer gràcies a la realització d'un estudi d'optimització energètic, que va mostrar que el gimnàs tenia una potència contractada molt més elevada de la necessària i per tant, també el cost mensual de la factura era més elevat.

A continuació es mostren dades de l'estudi d'optimització que es va realitzar per tal de poder canviar els valors de potència contractada:

CICLE DE MESURA		POTÈNCIA DEMANDADA (kWh)		
Des de	Fins a	P1	P2	P3
31/05/2016	30/06/2016	47	63	34
30/04/2016	31/05/2016	35	46	35
31/03/2016	30/04/2016	33	40	23
29/02/2016	31/03/2016	37	39	32
31/01/2016	29/02/2016	42	40	32
31/12/2015	31/01/2016	41	42	34
30/11/2015	31/12/2015	39	44	37

Taula 3.22 Potències demandades durant el cicles de mesura

	TARIFA	P1	P2	P3	Potència (€)
Fins a juliol 2016 (kW)	3.0 A	73,95	73,95	73,95	6023,81
Òptima (kW)	3.0 A	45,71	73,95	36,47	4194,39

Taula 3.23 Comparació de la potència contractada amb la òptima

3.3.3. Relació clima-consum

Finalment, es mostra una taula on hi ha per mesos el valor dels kWh consumits, el cost de la factura i les temperatures mitjanes màximes i mínimes de cada mes. Podem comprovar que el consum d'energia va lligat a les pujades i baixades de temperatures, els mesos on es consumeix més energia son els mesos calorosos d'estiu i els freds d'hivern.

Cal recordar que a partir d'agost de 2016, el gimnàs va fer un canvi de contracte de potències per tal de que s'ajustés més a les necessitats i és per això que tot i consumir una gran quantitat d'energia, el cost final de la factura és més baix.

	Quantitat (kWh)	Cost final factura (€)	T. mitjana màxima (°C)	T. mitjana mínima (°C)
Desembre 2015	9992	1906,53	13,00	2,75
Gener 2016	10447	1928,78	14,00	2,45
Febrer 2016	9896	1841,85	14,60	3,75
Març 2016	9537	1834,17	15,55	2,70
Abril 2016	9597	1821,48	18,65	7,80
Maig 2016	9807	1864,21	22,60	8,35
Juny 2016	11496	2056,41	28,45	14,15
Juliol 2016	11716	2107,06	32,80	17,85
Agost 2016	11612	1911,75	31,75	17,75
Setembre 2016	12358	1782,74	30,25	15,35
Octubre 2016	9733	1472,57	21,15	11,75
Novembre 2016	9650	1455,04	16,20	5,65

Taula 3.24 Relació clima-consum [11]

3.4. Usos de les màquines pels usuaris del gimnàs

3.4.1. Màquines sala cardiovascular

Per tal de poder calcular l'energia que es podria generar al gimnàs cal fer un estudi de l'ús que fan els socis de les màquines cardiovasculars del gimnàs. S'ha demanat al personal del gimnàs que durant un període de 3-4 setmanes es fes un recompte aproximat del nombre d'usuaris a les diferents sales i màquines. Amb aquestes dades recol·lectades s'han pogut estimar els valors usats en els càlculs realitzats.

En tot l'estudi s'ha considerat com a dies laborables de dilluns a divendres i com a dies festius els dissabtes i diumenges. Els dies festius el gimnàs tanca les seves portes a les 16h. Un dia laborable al gimnàs hi entren unes 445 persones. En funció de la franja horària hi ha un volum de gent més o menys gran. I els caps de setmana hi entra aproximadament un 45% de la gent que hi ha un dia laborable. Així doncs, l'afluència de gent en funció de la franja horària i del dia tipus és la següent:

	ENTRADES AL GIMNÀS	
	LABORABLES	FESTIUS
MATÍ (6:30-12h)	100	45
MIGDIA (12-16h)	60	27
TARDA (16-20h)	150	0
NIT (20-22:30h)	90	0

Taula 3.25 Entrades al gimnàs en funció de la franja horària i del dia tipus

Al gimnàs hi ha un total de 1023 socis, dels quals 464 són homes i 559 són dones. Així doncs, suposarem que un 45,36% de les entrades al gimnàs són d'homes i el 54,64% de dones. Aquests serien les entrades al gimnàs en funció del gènere, de la franja horària i del dia tipus:

	ENTRADES AL GIMNÀS			
	LABORABLES		FESTIUS	
	HOMES	DONES	HOMES	DONES
MATÍ (6:30-12h)	45	55	20	25
MIGDIA (12-16h)	27	33	12	15
TARDA (16-20h)	68	82	0	0
NIT (20-22:30h)	61	74	0	0

Taula 3.26 Entrades al gimnàs en funció del dia tipus, la franja horària i el gènere

Del total de gent que entra al gimnàs considerarem que un 55% dedica el seu temps a la pràctica d'exercici a les màquines de la sala cardiovascular i que ho fa durant un temps de 60 minuts. Així doncs, l'afluència de gent a les màquines en funció del gènere, la franja horària i el dia tipus és la següent:

	AFLUÈNCIA A LES MÀQUINES CARDIOVASCULARS			
	LABORABLES		FESTIUS	
	HOMES	DONES	HOMES	DONES
MATÍ (6:30-12h)	25	30	11	14
MIGDIA (12-16h)	15	18	7	8
TARDA (16-20h)	37	45	0	0
NIT (20-22:30h)	22	27	0	0

Taula 3.27 Afluència de gent a les màquines en funció del dia tipus, el gènere i la franja horària

En funció de la franja horària la mitja d'edat que està fent ús de les màquines també pot variar i per tant, la intensitat en que es practica l'exercici. Tenint en compte les dades proporcionades pel gimnàs tenim la següent taula on es mostra en funció de la franja horària la mitja d'edat.

	MITJA D'EDAT
MATÍ (6:30-12h)	40
MIGDIA (12-16h)	50
TARDA (16-20h)	35
NIT (20-22:30h)	40

Taula 3.28 Mitja d'edat de la gent que usa les màquines cardiovasculars en funció de la franja horària

Finalment es mostren les taules d'ús diari en funció del dia tipus i del gènere que es fa de les màquines cardiovasculars. Aquestes taules s'han fet considerant que un 35% de la gent va a les cintes de córrer, un 35% a les bicicletes el·líptiques, un 15% a les bicicletes estàtiques i el restant 15% a les bicicletes reclinables.

	BICICLETES EL·LÍPTIQUES			
	LABORABLES		FESTIUS	
	HOMES	DONES	HOMES	DONES
MATÍ (6:30-12h)	9	11	3	5
MIGDIA (12-16h)	5	6	2	3
TARDA (16-20h)	13	16	0	0
NIT (20-22:30h)	8	9	0	0

Taula 3.29 Ús diari de les bicicletes el·líptiques

	CINTES DE CÓRRER			
	LABORABLES		FESTIUS	
	HOMES	DONES	HOMES	DONES
MATÍ (6:30-12h)	9	11	3	5
MIGDIA (12-16h)	5	6	2	3
TARDA (16-20h)	13	16	0	0
NIT (20-22:30h)	8	9	0	0

Taula 3.30 Ús diari de les cintes de córrer

	BICICLETES ESTÀTIQUES			
	LABORABLES		FESTIUS	
	HOMES	DONES	HOMES	DONES
MATÍ (6:30-12h)	4	5	2	2
MIGDIA (12-16h)	2	3	1	1
TARDA (16-20h)	6	7	0	0
NIT (20-22:30h)	3	4	0	0

Taula 3.31 Ús diari de les bicicletes estàtiques

	BICICLETES RECLINABLES			
	LABORABLES		FESTIUS	
	HOMES	DONES	HOMES	DONES
MATÍ (6:30-12h)	4	5	2	2
MIGDIA (12-16h)	2	3	1	1
TARDA (16-20h)	6	7	0	0
NIT (20-22:30h)	3	4	0	0

Taula 3.32 Ús diari de les bicicletes reclinables

3.4.2. Bicicletes spinning

El gimnàs cada dia ofereix als seus socis alguna sessió de spinning. Entre setmana se n'ofereixen un total de 14 i els caps de setmana 2. Les classes tenen una durada de 45 minuts. A continuació es mostra una taula amb els horaris de les classes de cada dia de la setmana:

DILLUNS	DIMARTS	DIMECRES	DIJOUS	DIVENDRES	DISSABTE	DIUMENGE
18-18:45h	15-15:45h	9-9:45h	6:30-7:15h	9-9:45h	12-12:45h	12-12:45h
20-20:45h	18-18:45h	14-14:45h	18-18:45h	18-18:45h		
	20-20:45h	18-18:45h	20-20:45h			
		20-20:45h				

Taula 3.33 Horari de les sessions setmanals de spinning

Com ja s'ha dit abans, el gimnàs compta amb un total de 31 bicicletes de spinning. A les classes d'entre setmana d'hores puntes considerarem que hi ha un 70% de les bicicletes ocupades i a les hores no tant concorregudes un 50%. A les sessions del cap de setmana considerem que hi ha un 40% de les bicicletes ocupades. Seguidament es mostra una taula on hi ha el nombre de bicicletes en funcionament per cada sessió en funció del dia de la setmana.

	Hora classe	Bicicletes ocupades
DILLUNS	18-18:45h	22
	20-20:45h	22
DIMARTS	15-15:45h	15
	18-18:45h	22
	20-20:45h	22
DIMECRES	9-9:45h	15
	14-14:45h	15
	18-18:45h	22
	20-20:45h	22
DIJOUS	6:30-7:15h	15
	18-18:45h	22
	20-20:45h	22
DIVENDRES	9-9:45h	15
	18-18:45h	22
DISSABTE	12-12:45h	12
DIUMENGE	12-12:45h	12

Taula 3.34 Bicicletes en funcionament a cada sessió de spinning

3.5. Energia que es podria arribar a generar tenint en compte l'ús de les màquines.

Per tal de poder fer el càlcul de l'electricitat que els usuaris poden arribar a generar pedalejant a les bicicletes o corrent a les cintes de córrer caldrà que tornem a analitzar bé les dades esmentades a l'apartat anterior. Com anteriorment s'ha comentat, la producció serà més o menys gran en funció del temps i de la intensitat en que es pedalegi o es corri.

En aquest tipus de màquines, un ciclista d'elit pot produir més de 400 watts. Però una persona en condicions físiques mitjanes pot generar de 50 a 200 watts durant una hora d'exercici. Per tal de fer els càlculs hem considerat que les dones produeixen un 30% menys que els homes. Els valors d'energia generats es mostren més endavant a la *Taula 3.35*.

Tenint en compte la mitja d'edat a les diverses franges horàries, el gènere i les entrevistes fetes a diversos membres del gimnàs (entrenadors personals, monitors spinning, responsables, socis,...) hem pogut aproximar la quantitat de watts que un usuari pot arribar a generar durant la pràctica del seu exercici físic.

En aquesta part de l'estudi no diferenciarem entre el tipus de màquina cardiovascular que és (bicicleta estàtica, reclinable, el·líptica o cinta de córrer), ja que considerem que totes elles generen en quantitats iguals.

3.5.1. Energia generada a la sala de màquines cardiovasculars

En funció de la mitja d'edat i de la franja horària del dia hem fet unes aproximacions de la quantitat d'energia que l'usuari podria produir. Aquestes aproximacions s'han fet amb l'ajuda de les respostes extretes de les entrevistes fetes a diferents membres del gimnàs. A continuació es mostra la taula amb la generació de watts per usuari (home/dona) i franja horària.

	MÀQUINES DE CARDIO		
	MITJANA D'EDAT	Potència generada a la màquina (Wh)	
		HOMES	DONES
MATÍ (6:30-12h)	40	200	140
MIGDIA (12-16h)	50	150	105
TARDA (16-20h)	35	180	126
NIT (20-22:30h)	40	200	140

Taula 3.35 Potència generada per usuari en funció de la franja horària i del gènere

Tenint en compte les dades anteriors i l'ús de les màquines en funció del dia tipus, del gènere i de la franja horària hem calculat l'energia generada a les màquines cardiovasculars en un dia.

	TOTAL GENERAT (kWh)	
	LABORABLES	FESTIUS
MATÍ (6:30-12h)	9,200	4,160
MIGDIA (12-16h)	4,140	1,890
TARDA (16-20h)	12,330	0,000
NIT (20-22:30h)	8,180	0,000
TOTAL	33,850	6,05

Taula 3.36 Energia generada en funció del dia tipus

Finalment aplicant aquestes dades a cada mes, obtenim la següent taula:

	LABORABLES	FESTIUS	Energia TOTAL
DESEMBRE 2015	20	11	746,580
GENER 2016	19	12	718,552
FEBRER 2016	20	9	734,578
MARÇ 2016	23	8	830,662
ABRIL 2016	21	9	768,606
MAIG 2016	25	6	886,717
JUNY 2016	22	8	796,634
JULIOL 2016	21	10	774,607
AGOST 2016	22	9	802,635
SETEBRE 2016	22	8	796,634
OCTUBRE 2016	20	11	746,580
NOVEMBRE 2016	21	9	768,606

Taula 3.37 Energia generada a les màquines cardiovasculars per mesos

3.5.2. Energia generada a les bicicletes de spinning

Per tal de calcular els watts que es poden generar a cada sessió de spinning també ens basarem en l'entrevista feta als monitors de spinning. Ells ens van aproximar la intensitat que exigien a les classes en funció de l'horari i per tant, depenent de la classe considerarem una generació de watts per persona o una altra. També cal remarcar que en aquest cas no diferenciarem entre homes i dones ja que la intensitat en aquest tipus de classes és la mateixa per a tothom i, per tant, també serà igual el nombre de watts generat per persona independentment del seu sexe. A la següent taula es mostren els kWh

generats per sessió i per dies:

	Hora classe	Bicis ocupades	Energia generada/bici (Wh)	kWh totals	kWh totals al dia
DILLUNS	18-18:45h	22	150	3,255	6,510
	20-20:45h	22	150	3,255	
DIMARTS	15-15:45h	15	200	2,976	9,486
	18-18:45h	22	150	3,255	
	20-20:45h	22	150	3,255	
DIMECRES	9-9:45h	15	100	1,488	10,974
	14-14:45h	15	200	2,976	
	18-18:45h	22	150	3,255	
	20-20:45h	22	150	3,255	
DIJOUS	6:30-7:15h	15	200	2,976	9,486
	18-18:45h	22	150	3,255	
	20-20:45h	22	150	3,255	
DIVENDRES	9-9:45h	15	100	1,488	4,743
	18-18:45h	22	150	3,255	
DISSABTE	12-12:45h	12	150	1,860	1,860
DIUMENGE	12-12:45h	12	150	1,860	1,860

Taula 3.38 Energia generada a les sessions de spinning

Finalment, la última taula mostra l'energia total generada a les bicicletes de spinning per mesos:

	Energia generada (kWh)
DESEMBRE 2015	209,622
GENER 2016	188,139
FEBRER 2016	186,186
MARÇ 2016	209,622
ABRIL 2016	186,279
MAIG 2016	197,532
JUNY 2016	200,136
JULIOL 2016	188,139
AGOST 2016	206,646
SETEBRE 2016	193,905
OCTUBRE 2016	189,906
NOVEMBRE 2016	200,136

Taula 3.39 kWh generats cada mes a les sessions de spinning

3.5.3. Energia total generada a l'any

Tenint en compte l'energia que es genera a la sala de màquines cardiovasculars i la que es genera durant les sessions de spinning, sabem que el total de l'energia que es podria arribar a produir és la següent:

	ENERGIA TOTAL GENERADA	
	MÀQUINES CARDIO	SPINNING
DESEMBRE 2015	746,580	209,622
GENER 2016	718,552	188,139
FEBRER 2016	734,578	186,186
MARÇ 2016	830,662	209,622
ABRIL 2016	768,606	186,279
MAIG 2016	886,717	197,532
JUNY 2016	796,634	200,136
JULIOL 2016	774,607	188,139
AGOST 2016	802,635	206,646
SETEBRE 2016	796,634	193,905
OCTUBRE 2016	746,580	189,906
NOVEMBRE 2016	768,606	200,136
TOTAL	9371,391	2356,248

Taula 3.40 Energia total generada

4. Proposta d'instal·lació

4.1. Màquines a instal·lar

En el punt 2.2.2 (Varietat de sistemes generadors d'energia) s'han presentat les diverses màquines que podem trobar al mercat capaces de generar energia a partir del moviment fet pels usuaris a l'hora de realitzar un exercici físic de forma continua i prolongada. Ara doncs, cal valorar quines màquines seran les més adequades pel gimnàs concret al que estem aplicant l'estudi.

4.1.1. Bicicletes el·líptiques

De bicicletes el·líptiques en tenim dos models de la casa SportsArt. Les diferències entre els dos models són les següents:

4.1.1.1. El·líptica G845 (baixa gamma)

EL·LÍPTICA G845				
Pes total	Dimensions (mm)	Nivells de resistència	Longitud de gambada (mm)	Pes màxim d'usuari
132 Kg	2032x787x1727	40	432 - 737	204 Kg
Característiques i especificacions				
Mostrat al dispositiu Nivell, temps, distància, calories, gambades/min, gambades totals, freqüència cardíaca, pèrdua de pes, Watts generats		Accessoris - Port CSAFE (estàndard) - Port USB (x2) per carregar dispositius - Connector de 30 pins per iPod i iPhone. - Funció de seguiment de l'entrenament (*). - Suport per a televisió externa (*) . - Cinturó de transmissió de freqüència cardíaca (*). - Contacte per la freqüència cardíaca (*). (*) Accessoris opcionals Garantia		
Programes d'entrenament Manual, aleatori, intervals (x3), altiplà, variació de gambada (x3), prova física i variació de freqüència cardíaca (x3)				
Preu 5224 €				

Taula 4.1 Característiques i especificacions el·líptica G845

4.1.1.2. El·líptica G875 (gamma superior)

EL·LÍPTICA G875				
Pes total	Dimensions (mm)	Nivells de resistència	Longitud de gambada (mm)	Pes màxim d'usuari
163 Kg	2200x710x1750	40	432 - 737	227 Kg
Característiques i especificacions				
Mostrat al dispositiu Nivell, temps, distància, calories, gambades/min, gambades totals, freqüència cardíaca, pèrdua de pes, Watts generats		Accessoris - Port CSAFE (estàndard) - Entrada d'auriculars amb regulador de volum (x2) - Port USB (x2) per carregar dispositius - Connector de 30 pins per iPod i iPhone. - Funció de seguiment de l'entrenament (*). - Funció de seguiment ECOFIT(*). - Suport per a televisió externa (*) . - Ventilador integrat de 3 velocitats. - Cinturó de transmissió de freqüència cardíaca (*). (*) Accessoris opcionals Garantia		
Programes d'entrenament Manual, aleatori, intervals (x3), altiplà, variació de gambada (x3), prova física i variació de freqüència cardíaca (x3)				
Preu 6663 €				

Taula 4.2 Característiques i especificacions el·líptica G875

Com podem veure a les taules les dues tenen els mateixos programes d'entrenament i mostren les mateixes característiques en pantalla. Per altra banda, la d'alta gamma té unes dimensions una mica més grans, pesa més i conté alguns accessoris que en el model més senzill no podem trobar. Degut a aquestes diferències el preu de la G875 és una mica més elevat.

Tenint en compte que actualment al gimnàs hi ha unes bicicletes el·líptiques d'alta gamma creiem que seria adequat instal·lar el model més complet, és a dir, el G875. D'aquesta forma els socis no notarien una diferència tan considerable i seguirien satisfets amb les prestacions que els ofereix la bicicleta el·líptica.

EL-LÍPTICA G875	
	
Dimensions	2200 x 710 x 1750 mm
Preu	6.663 €

Taula 4.3 Bicicleta el·líptica seleccionada

4.1.2. Bicicletes estàtiques

De bicicletes estàtiques també en tenim dos models de la casa SportsArt. A continuació es mostren les especificacions de cadascun dels models:

4.1.2.1. Bicicleta estàtica G545U

BICICLETA ESTÀTICA G545U		
Pes total	Dimensions (mm)	Pes màxim d'usuari
57 Kg	1168 x 584 x 1422	204 Kg
Característiques i especificacions		
Mostrat al dispositiu Nivell, temps, distància, calories, velocitat, rpm, intensitat, freqüència cardíaca, pèrdua de pes, Watts generats	Accessoris - Port CSAFE (estàndard) - Port USB (x2) per carregar dispositius - Connector de 30 pins per iPod i iPhone. - Funció de seguiment de l'entrenament (*). - Suport per a televisió externa (*).	

Programes d'entrenament Manual, aleatori, intervals (x3), altiplà, crema de greixos, prova física i variació de freqüència cardíaca (x3)	- Cinturó de transmissió de freqüència cardíaca (*). - Contacte per la freqüència cardíaca (*). (*) Accessoris opcionals Garantia
Requeriment de potència Autogenerador	
Preu 2700 €	

Taula 4.4 Característiques i especificacions bicicleta estàtica G545U

4.1.2.2. Bicicleta estàtica G575U

BICICLETA ESTÀTICA G575U		
Pes total	Dimensions (mm)	Pes màxim d'usuari
73 Kg	1175 x 585 x 1410	227 Kg
Característiques i especificacions		
Mostrat al dispositiu Nivell, temps, distància, calories, velocitat, rpm, intensitat, freqüència cardíaca, pèrdua de pes, Watts generats	Accessoris - Port CSAFE (estàndard) - Entrada d'auriculars amb regulador de volum (x2) - Port USB (x2) per carregar dispositius - Connector de 30 pins per iPod i iPhone. - Funció de seguiment de l'entrenament (*). - Funció de seguiment ECOFIT (*). - Suport per a televisió externa (*) . - Ventilador integrat de 3 velocitats. - Cinturó de transmissió de freqüència cardíaca (*). (*) Accessoris opcionals Garantia	
Programes d'entrenament Manual, aleatori, intervals (x3), altiplà, crema de greixos, prova física i variació de freqüència cardíaca (x3)		
Requeriment de potència Font d'alimentació de CC de 2,5A Preu 3601 €		

Taula 4.5 Característiques i especificacions bicicleta estàtica G575U

Comparant les dues taules d'especificacions veiem que les dues tenen els mateixos programes d'entrenament i mostren les mateixes característiques en pantalla. Per altra banda, veiem que el segon model presenta un kit d'accessoris més complet ja que inclou ventilador, funció de seguiment ECOFIT,... Si ens fixem en els requeriments de potència podem veure que el model més senzill i econòmic no requereix d'energia per a funcionar, ja que és autogenerador.

Tenint en compte les diferències que hi ha entre un model i l'altre, i sabent que aquest és un estudi realitzat per tal de minimitzar els consums d'energia del gimnàs, creiem que el model de bicicleta estàtica G545U és més adequat ja que no consumeix energia.

BICICLETA ESTÀTICA G545U	
	
Dimensions	1168 x 584 x 1422 mm
Preu	2700 €

Taula 4.6 Bicicleta estàtica seleccionada

4.1.3. Bicycletes reclinables

De les bicicletes reclinables també en tenim dos models de la casa SportsArt, un de més senzill i un de més complet. Seguidament es mostren les característiques i especificacions de cada un d'ells.

4.1.3.1. Bicicleta reclinable G545R

BICICLETA RECLINABLE G545R		
Pes total	Dimensions (mm)	Pes màxim d'usuari
78 Kg	1676 x 660 x 1727	204 Kg
Característiques i especificacions		
Mostrat al dispositiu Nivell, temps, distància, calories, velocitat, rpm, intensitat, freqüència cardíaca, pèrdua de pes, Watts generats	Accessoris <ul style="list-style-type: none"> - Port CSAFE (estàndard) - Port USB (x2) per carregar dispositius - Connector de 30 pins per iPod i iPhone. - Funció de seguiment de l'entrenament (*). - Suport per a televisió externa (*). - Cinturó de transmissió de freqüència cardíaca (*). - Contacte per la freqüència cardíaca (*). (*) Accessoris opcionals	
Programes d'entrenament Manual, aleatori, intervals (x3), altiplà, crema de greixos, prova física i variació de freqüència cardíaca (x3)		
Requeriment de potència Autogenerador		
Preu 3059 €		

Taula 4.7 Característiques i especificacions bicicleta reclinable G545R

4.1.3.2. Bicicleta reclinable G575R

BICICLETA ESTÀTICA G575R		
Pes total	Dimensions (mm)	Pes màxim d'usuari
105 Kg	1835 x 655 x 1360	227 Kg
Característiques i especificacions		
Mostrat al dispositiu Nivell, temps, distància, calories, velocitat, rpm, intensitat, freqüència cardíaca, pèrdua de pes, Watts generats	Accessoris <ul style="list-style-type: none"> - Port CSAFE compatible amb Netpulse - Entrada d'auriculars amb regulador de volum (x2) - Port USB (x2) per carregar dispositius - Connector de 30 pins per iPod i iPhone. - Funció de seguiment de l'entrenament (*). 	

Programes d'entrenament Manual, aleatori, intervals (x3), altiplà, crema de greixos, prova física i variació de freqüència cardíaca (x3)	- Funció de seguiment ECOFIT (*). - Suport per a televisió externa (*). - Connexió inalàmbrica mitjançant el port CSAFE. (*) Accessoris opcionals Garantia
Requeriment de potència Font d'alimentació de CC de 2,5A	
Preu 4320 €	

Taula 4.8 Característiques i especificacions bicicleta reclinable G575R

En el cas de les bicicletes reclinables, podem veure que les diferències en accessoris entre els dos models no són molt significatives. No obstant, si ens fixem en els requeriments de potència destaca ràpidament el fet de que el primer model és autogenerador. Així doncs, les bicicletes reclinables seleccionades seran les G545R.

Bicicleta reclinable G545R	
	
Dimensions	1676 x 660 x 1727 mm
Preu	3059 €

Taula 4.9 Bicicleta reclinable seleccionada

4.1.4. Cintes de córrer

De cintes de córrer sostenibles només se n'ha trobat un model que és de la casa WOODWAY. Com ja s'ha explicat en apartats anteriors, aquesta és una cinta que no necessita energia per a funcionar sinó que s'activa quan l'usuari amb la seva pròpia força fa girar el cinturó. Així doncs, és una cinta que no consumeix electricitat però, que a diferència de les altres màquines cardiovasculars presentades, no genera energia per si sola.

Per tal d'aprofitar el moviment que l'usuari crea el que cal fer és acoblar un sistema ReRev. Aquestes cintes de córrer són totalment compatibles amb aquests sistemes i per tant, aquesta serà l'única forma de poder aprofitar l'energia cinètica creada.

Així doncs, les cintes de córrer actuals es substituiran per les cintes de córrer *EcoMill* de la casa WOODWAY, i en el cas de que es volgués que aquestes generessin energia caldria incorporar també el sistema ReRev. Aquest sistema té un preu força elevat (9212€) i és per això que es valorarà l'opció d'implementar-lo o no quan es faci l'estudi de viabilitat econòmica.

EcoMill WOODWAY			
Pes total	Dimensions (mm)	Pes màxim d'usuari corrent	Pes màxim d'usuari caminant
202 kg	1730 x 790 x 1730	181 kg	363 kg
Característiques i especificacions			
Mostrat al dispositiu Velocitat desitjada, velocitat real, temps, calories, ritme, distància i freqüència cardíaca.	Accessoris <ul style="list-style-type: none"> - Control de la velocitat màxima mitjançant el generador/fre - Conservació de la bateria i apagat automàtic al estar el cinturó inactiu - Contacte per la freqüència cardíaca Garantia		
Requeriment de potència Autogenerador			
Preu 7365 €			

Taula 4.10 Característiques i especificacions cinta de córrer EcoMill WOODWAY

EcoMill WOODWAY	
	
Dimensions	1730 x 790 x 1730 mm
Preu	7365 €

Taula 4.11 Cinta de córrer seleccionada

4.1.5. Bicicletes spinning

En el cas de les bicicletes de spinning tindríem dues opcions. La primera seria substituir la bicicleta per una de nova que portés el sistema generador d'electricitat ja incorporat, i la segona seria adaptar a les bicicletes ja existents un sistema capaç de captar el moviment, transformar-lo en energia i finalment injectar-lo a la xarxa del local.

A continuació es mostra un resum de les característiques i especificacions que ens ofereix la bicicleta que ja incorpora el sistema generador d'electricitat.

Indoor Cycle G510		
Pes total	Dimensions (mm)	Pes màxim d'usuari
64 Kg	1370 x 640 x 1230	227 Kg
Característiques i especificacions		
Mostrat al dispositiu Nivell, temps, distància, calories , velocitat, RPM, freqüència cardíaca.		Accessoris - Port USB (x2) per carregar dispositius - Funció de seguiment de l'entrenament (*).

Programes d'entrenament Manual, aleatori, intervals (x3), altiplà, crema de greixos, prova física i variació de freqüència cardíaca (x3)	- Funció de seguiment ECOFIT (*). - Contacte per la freqüència cardíaca (*) (*) Accessoris opcionals
Preu 2520 €	Garantia

Taula 4.12 Característiques i especificacions bicicleta de spinning G510

Anteriorment s'ha presentat també un sistema que s'adapta a les bicicletes de spinning, el GYRE9. No ha sigut possible l'obtenció d'algunes dades relacionades amb el producte i és per això que s'ha descartat.

Així doncs, l'opció seleccionada és la següent:

Indoor Cycle G510	
	
Dimensions	1370 x 640 x 1230 mm
Preu	2520 €

Taula 4.13 Bicicleta de spinning seleccionada

4.2. Distribució dins les sales tenint en compte les dimensions

4.2.1. Sala cardiovascular

Per veure si la distribució de les màquines es podrà conservar, cal tenir en compte les dimensions de les màquines existents i de les noves. A continuació es mostra una taula comparativa de les dimensions de les màquines. (llargada x amplada x alçada)

	Dimensions màquines existents (mm)	Dimensions noves màquines (mm)
Bicicletes el·líptiques	2030 x 810 x 1730	2200 x 710 x 1750
Bicicletes estàtiques	1220 x 530 x 1570	1168 x 584 x 1422
Bicicletes reclinables	1700 x 580 x 1360	1676 x 660 x 1727
Cintes de córrer	2110 x 890 x 1740	1730 x 790 x 1730

Taula 4.14 Dimensions de les màquines cardiovasculars

Les dimensions de la sala de màquines cardiovasculars permet que les noves màquines siguin uns centímetres més llargues i també més altes, per tant, aquestes mesures no les tindrem en compte. Així doncs, caldrà que ens fixem en les amplades.

Les noves bicicletes el·líptiques i cintes de córrer veiem que són més estretes que les ja existents, per tant no hi haurà cap problema, sinó que l'espai entre elles serà més gran i per tant més còmode pels usuaris.

Per altra banda veiem que les noves bicicletes estàtiques són 5,4 cm més amples i que les noves bicicletes reclinables ho són 8 cm més. Aquest fet farà que les bicicletes estàtiques i les reclinables estiguin més a prop de les cintes de córrer. Tot i estar més aprop, la sala es suficientment espaiosa com per poder seguir utilitzant totes les instal·lacions amb comoditat.

A continuació es mostra la distribució final:

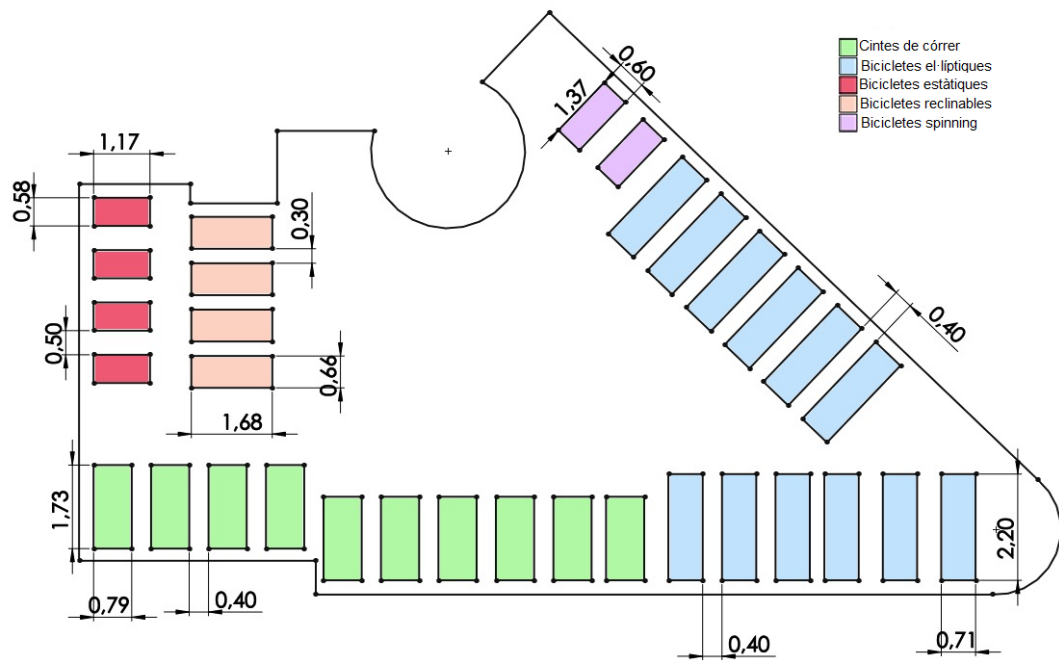


Figura 4.1 Distribució final de les màquines a la sala cardiovascular

4.2.2. Sala spinning

	Dimensions bicicletes existents (mm)	Dimensions bicicletes noves (mm)
Bicicletes spinning	1092 x 508 x 1219	1370 x 640 x 1230

Taula 4.15 Dimensions bicicletes spinning

Si comparem les mides de les bicicletes de spinning veiem que les noves són una mica més amples i una mica més llargues. Tot i tenir aquestes mides les bicicletes hi cabran igual però ara es trobaran una mica més juntes les unes amb les altres.

A continuació es mostra el plànol de la sala amb la distribució final de les noves bicicletes:

5. Estudi de viabilitat econòmica

Per tal de fer l'estudi de viabilitat econòmica del treball cal tenir en compte molts factors. Per començar, degut a que part de les noves màquines són autogeneradores, cal fer un càlcul de l'energia que es deixarà de consumir durant l'any. També cal tenir en compte tots els kWh que els usuaris generaran gràcies a la implementació de les noves màquines. A més caldrà calcular la inversió que el gimnàs haurà de fer i finalment els ingressos anuals del gimnàs.

Un cop tinguem tots els valors, s'analitzaran costos, inversió, beneficis, estalvi anual obtingut... amb un horitzó d'uns quants anys per tal de poder calcular el període de retorn del projecte.

5.1. Energia que es deixarà de consumir amb les màquines autogeneradores.

Les cintes de córrer, les bicicletes estàtiques i les bicicletes reclinables seleccionades per implementar al gimnàs són màquines autogeneradores. Aquestes màquines no necessiten estar endollades a la xarxa elèctrica del gimnàs per tal de que l'usuari en pugui fer ús. És per això que cal tenir en compte la quantitat de kWh que el gimnàs deixarà de consumir i, per tant, de pagar.

Tenint en compte els dies que està obert el gimnàs i l'ús que se'n fa cada dia de les cintes de córrer, de les bicicletes estàtiques i de les bicicletes reclinables s'han calculat les hores en que estan en ús durant l'any. Aquest càlcul s'ha fet suposant que cada usuari està durant una hora a la màquina.

	Dies	Cintes usades al dia	Total (hores ús/any)
Dies laborables	252	77	19404
Dies festius	110	14	1540

Taula 5.1 Hores a l'any que s'usen les cintes de córrer

	Dies	Bicicletes estàtiques usades al dia	Total (hores ús/any)
Dies laborables	252	34	8568
Dies festius	110	6	660

Taula 5.2 Hores a l'any que s'usen les bicicletes estàtiques

	Dies	Bicicletes reclinables usades al dia	Total (hores ús/any)
Dies laborables	252	34	8568
Dies festius	110	6	660

Taula 5.3 Hores a l'any que s'usen les bicicletes reclinables

Les cintes de córrer consumeixen una gran quantitat d'energia ja que, a part de la pantalla de televisió que tenen, per tal de que el cinturó de la cinta estigui en moviment cal un motor amb una potència de 3,6CV (2,6403kWh). En el cas de les bicicletes, el consum és molt menys significant ja que l'energia que consumeixen és necessària només pel funcionament de la pantalla de televisió. Aquestes tenen un consum d'uns 110Wh (0,11kWh). Així doncs els kWh que es deixaran de consumir a l'any per les són els següents:

	Energia que deixen de consumir (kWh)		
	Cintes de córrer	Bicicletes estàtiques	Bicicletes reclinables
Dies laborables	51233,045	942,480	942,480
Dies festius	4066,115	72,600	72,600
Total	55299,159	1015,080	1015,080

Taula 5.4 Energia anual que es deixa de consumir

Tenint en compte que el preu kWh varia en funció del període (P1, P2 i P3) i que els períodes són diferents a la temporada d'estiu i a la d'hivern, hem calculat els kWh que es deixen de consumir al mes en funció del període i de la temporada. Aquest càlcul l'hem realitzat per poder restar correctament els kWh a les factures.

		Energia que es deixa de consumir (kWh)		
		Cintes de córrer	Bicicletes estàtiques	Bicicletes reclinables
ESTIU	P1	1152,066	21,148	21,148
	P2	3024,173	55,512	55,512
	P3	432,025	7,930	7,930
HIVERN	P1	864,049	15,861	15,861
	P2	3312,189	60,799	60,799
	P3	432,025	7,930	7,930

Taula 5.5 Energia que es deixa de consumir mensualment per períodes i temporada

5.2. Energia elèctrica generada per les noves màquines

A l'apartat 3.5 hem calculat el total de kWh que es podrien generar a la sala de màquines cardiovasculars i a la sala de spinning. Ara però, ens cal separar aquests valors en funció del període (P1, P2 i P3) i de la temporada de l'any (estiu o hivern), d'aquesta manera podrem restar a les factures aquesta quantitat de kWh de forma exacta. Els mesos de color blau són els de temporada d'hivern i els de color vermellós els de temporada d'estiu.

	MÀQUINES CARDIOVASCULARS			
	kWh TOTAL GENERATS	kWh P1	kWh P2	kWh P3
DESEMBRE 2015	746,580	139,984	536,604	69,992
GENER 2016	718,552	134,729	516,459	67,364
FEBRER 2016	734,578	137,733	527,978	68,867
MARÇ 2016	830,662	155,749	597,038	77,875
ABRIL 2016	768,606	192,152	504,398	72,057
MAIG 2016	886,717	221,679	581,908	83,130
JUNY 2016	796,634	199,158	522,791	74,684
JULIOL 2016	774,607	193,652	508,336	72,619
AGOST 2016	802,635	200,659	526,729	75,247
SETEBRE 2016	796,634	199,158	522,791	74,684
OCTUBRE 2016	746,580	186,645	489,943	69,992
NOVEMBRE 2016	768,606	144,114	552,436	72,057

Taula 5.6 Energia generada a les màquines cardiovasculars per mesos i períodes

	SPINNING			
	kWh TOTAL GENERATS	kWh P1	kWh P2	kWh P3
DESEMBRE 2015	209,622	117,912	78,608	13,101
GENER 2016	188,139	105,828	70,552	11,759
FEBRER 2016	186,186	104,730	69,820	11,637
MARÇ 2016	209,622	117,912	78,608	13,101
ABRIL 2016	186,279	58,212	116,424	11,642
MAIG 2016	197,532	61,729	123,458	12,346
JUNY 2016	200,136	62,543	125,085	12,509
JULIOL 2016	188,139	58,793	117,587	11,759
AGOST 2016	206,646	64,577	129,154	12,915
SETEBRE 2016	193,905	60,595	121,191	12,119
OCTUBRE 2016	189,906	59,346	118,691	11,869
NOVEMBRE 2016	200,136	112,577	75,051	12,509

Taula 5.7 Energia generada a les bicicletes de spinning per mesos i períodes

5.3. Energia consumida durant l'any 2016 amb l'aplicació de les màquines generadores d'electricitat

Finalment cal saber el consum anual que hagués tingut el gimnàs durant el 2016 si les màquines fossin les seleccionades en aquest treball. Per tal de fer aquest càlcul només cal restar a la factura de cada mes els kWh que es deixarien de consumir en funció del període i de la temporada de l'any i els kWh que es generarien també en funció del període i de la temporada.

Fins ara tots els càlculs mostrats han estat fets suposant que les noves cintes de córrer, gràcies al sistema ReRev, també generaven energia. Aquest sistema és molt car i és per això que en aquest apartat farem la comparació entre instal·lar aquests sistemes o no.

	Consum real (kWh)	Energia consumida amb les noves màquines amb sistema ReRev (kWh)	Energia consumida amb les noves màquines sense Sistema ReRev (kWh)
Desembre 2015	9992,00	4279,13	4540,44
Gener 2016	10447,00	4783,64	5035,14
Febrer 2016	9896,00	4218,57	4475,67
Març 2016	9537,00	3740,05	4030,78
Abril 2016	9597,00	3885,45	4154,46
Maig 2016	9807,00	3966,08	4276,44
Juny 2016	11496,00	5742,56	6021,39
Juliol 2016	11716,00	5996,59	6267,70
Agost 2016	11612,00	5846,05	6126,98
Setembre 2016	12358,00	6610,79	6889,62
Octubre 2016	9733,00	4039,85	4301,15
Novembre 2016	9650,00	3924,59	4193,60
TOTAL ANUAL	125841,00	57033,36	60313,35

Taula 5.8 Energia consumida amb les màquines actuals i amb les noves màquines generadores d'electricitat

És a dir, amb l'aplicació d'aquestes noves màquines ens estalviaríem aproximadament el consum de 68807,64 kWh amb el sistema ReRev i de 65527,65 kWh sense el sistema ReRev.

El fet de consumir menys kWh provoca una reducció del cost de la factura mensual. A continuació es veu una taula comparativa del cost real i del cost en el cas de que s'instal·lessin les noves màquines al gimnàs.

	Cost real (€)	Cost amb les noves màquines amb sistema ReRev (€)	Cost amb les noves màquines sense sistema ReRev (€)
Desembre 2015	1287,48	599,40	630,77
Gener 2016	1331,34	660,01	689,73
Febrer 2016	1264,33	591,35	621,74
Març 2016	1216,81	529,47	563,83
Abril 2016	1224,04	539,53	571,75
Maig 2016	1246,85	546,82	583,99
Juny 2016	1458,96	769,41	802,80
Juliol 2016	1489,70	804,25	836,72
Agost 2016	1473,59	782,52	816,16
Setembre 2016	1358,71	757,81	786,94
Octubre 2016	1070,09	474,85	502,15
Novembre 2016	1068,78	478,43	506,06
TOTAL ANUAL	15490,68	7533,86	7912,66

Taula 5.9 Cost del consum d'electricitat real i amb les noves màquines generadores d'electricitat

L'estalvi econòmic de la factura anual seria de 7956,82€ amb el sistema ReRev i de 7578,02€ sense el sistema ReRev.

Com podem veure, la diferència del consum de kWh amb sistema ReRev o sense és de 3280 kWh. Aquesta és una diferència molt poc significativa tenint en compte que són el total de kWh consumits en un any. El mateix passa en el cost anual de la factura on la diferència és de 378,8€.

Veient aquests valors podríem considerar que no és necessari invertir en la compra i instal·lació dels sistemes ReRev, tot i que la decisió final la prendrem un cop s'hagi realitzat en la seva totalitat l'estudi de viabilitat econòmica.

5.4. Cost de les noves màquines i venda de les ja existents

Aquest és un apartat molt important, ja que el cost de les noves màquines és força elevat. Cal tenir en compte que el que es fa és una substitució de màquines, és a dir, que les ja existents es vendran.

Una altra cosa molt important a remarcar és que tot l'estudi s'ha realitzat suposant que les cintes de córrer generen energia, és a dir, que cada cinta porta el sistema ReRev incorporat. Com ja s'ha explicat anteriorment el preu d'aquest sistema és molt elevat i per

tant, farem una comparativa per tal de veure la inversió que s'hauria de fer en el cas d'instal·lar els sistemes ReRev i en el cas de no instal·lar-los.

Sabem el preu inicial de les màquines que actualment té el gimnàs i sabem que estan en ús des del 2012. Tenint en compte aquesta última dada, hem considerat que el preu de venda com a màquines de segona mà serà un 50% més barat que el preu inicial. Així doncs, la taula resum dels beneficis obtinguts amb la venda de les màquines existents serà:

	Preu inicial màquina (€)	% respecte inici	Número de màquines	Benefici venda (€)
EL·LÍPTIQUES	12935	50,00%	12	77610
RECLINABLES	6578	50,00%	4	13156
ESTÀTIQUES	6025	50,00%	4	12050
CINTES	16550	50,00%	10	82750
SPINNING	1995	50,00%	33	32917,5
TOTAL				218483,5

Taula 5.10 Venda de les màquines actuals al gimnàs

Sabem també el cost de les noves màquines i la quantitat d'elles que volem comprar. Seguidament es mostra la taula on es calcula el cost total que tindrà la compra de les màquines cardiovasculars generadores d'electricitat.

5.4.1. Amb instal·lació de sistemes ReRev

	Cost màquina generadora (€)	Número de màquines	Cost total màquines generadores (€)
EL·LÍPTIQUES	6663	12	79956
RECLINABLES	3059	4	12236
ESTÀTIQUES	2700	4	10800
CINTES + ReRev	7365 + 9212	10	165770
SPINNING	2520	33	83160
TOTAL			351922

Taula 5.11 Cost compra noves màquines generadores d'electricitat amb sistemes ReRev

Per tant, tenint en compte els beneficis de la venda de les màquines existents i la compra de les noves màquines generadores d'electricitat, la inversió que s'haurà de fer serà de 133438,5€.

5.4.2. Sense la instal·lació de sistemes ReRev

	Cost màquina generadora (€)	Número de màquines	Cost total màquines generadores (€)
EL·LÍPTIQUES	6663	12	79956
RECLINABLES	3059	4	12236
ESTÀTIQUES	2700	4	10800
CINTES	7365	10	73650
SPINNING	2520	33	83160
TOTAL			259802

Taula 5.12 Cost compra noves màquines generadores d'electricitat sense sistemes ReRev

En aquest cas la inversió en la compra de les noves màquines seria de 41318,5€.

5.5. Taula d'avaluació de la inversió

Per a la realització d'aquest apartat s'han hagut de fer diverses hipòtesis per la falta d'informació econòmica del gimnàs. A continuació s'explica cada apartat que forma les taules:

Benefici: En aquest cas hem considerat que els beneficis seran únicament els diners ingressats amb les quotes mensuals que paguen els socis. S'ha considerat que cada soci paga una mitja de 43€ al mes, que l'any 1 hi ha un total de 1023 socis i que aquest nombre va augmentant en un 3% cada any ja que és el valor aproximat de creixement de socis dels últims anys.

Costos fixos: En els costos fixos s'han inclòs els sous dels treballadors (entrenadors personals, monitors de sala, personal de neteja, propietaris, directius,...). S'ha considerat un sou mig de 1100€ per treballador i s'han comptat un total de 35 treballadors. S'ha suposat que aquest valor cada any augmenta un 1,6% ja que és el valor de l'IPC (Índex de Preus al Consumidor) de finals de l'any 2016. [12]

Costos variables: En aquest punt s'han inclòs les despeses en aigua i llum i el cost de manteniment de les instal·lacions i de les màquines. En llum s'ha comptat el valor calculat anteriorment que es consumiria si hi haguessin les màquines generadores d'electricitat instal·lades (amb sistemes ReRev 7754€ i sense sistema ReRev 8044€), en aigua s'han comptat 2400€ anuals (200€/mes) i en manteniment uns 3000€ anuals. Aquest valor s'ha suposat que va augmentant un 2% cada any.

Inversió: És la inversió inicial que s'ha de fer degut a la compra de les noves màquines.

Flux de tresoreria: Diferència entre els beneficis i els costos.

Flux acumulat: És la suma de tots els fluxos de tresoreria de tots els períodes fins al moment de la inversió.

Igual que en l'apartat anterior, s'han fet els càlculs suposant que s'instal·la el sistema ReRev i també suposant que no es fa la instal·lació. A continuació es mostren les dues taules i es comenten.

5.5.1. Amb instal·lació de sistemes ReRev

ANY	0	1	2	3	4	5	6
BENEFICI		527868	543704	560015	576816	594120	611944
COSTOS FIXES		500500	508508	516644	524910	533309	541842
COSTOS VARIABLES		13313	13978	14258	14543	14834	15131
INVERSIÓ	133439						
FLUX DE TRESORERIA	-133439	14055	21218	29113	37362	45977	54971
FLUX ACOMULAT	-133439	-119383	-98165	-69052	-31690	14287	69258

Taula 5.13 Taula d'inversió amb instal·lació de sistemes ReRev

En el cas de fer la inversió amb els sistemes ReRev veiem que fins al cinquè any el flux acumulat no passa a ser un valor positiu, és a dir que la inversió inicial no es recupera fins al cap de cinc anys. Un cop recuperada aquesta inversió els guanys aniran en augment.

5.5.2. Sense la instal·lació de sistemes ReRev

ANY	0	1	2	3	4	5	6
BENEFICI		527868	543704	560015	576816	594120	611944
COSTOS FIXES		500500	508508	516644	524910	533309	541842
COSTOS VARIABLES		13313	13978	14258	14543	14834	15131
INVERSIÓ	41319						
FLUX DE TRESORERIA	-41319	14055	21218	29113	37362	45977	54971
FLUX ACOMULAT	-41319	-27263	-6045	23068	60430	106407	161378

Taula 5.14 Taula d'inversió sense instal·lació de sistemes ReRev

En el cas de fer la inversió sense la instal·lació dels sistemes ReRev podem veure que el període de retorn de la inversió serà al tercer any.

Finalment, un cop vistes les taules d'avaluació de les inversions, veiem que la diferència entre instal·lar els sistemes ReRev a les cintes de córrer o no instal·lar-los és força significativa. El període de retorn en el primer cas és en el cinquè any i de l'altra forma recuperes la inversió al tercer any. Tenint en compte això i la poca diferència en consum d'electricitat i en el cost de la factura anual, podríem dir que no es necessària la inversió en els sistemes ReRev.

6. Impacte ambiental

L'impacte ambiental és l'efecte que produeix una determinada acció humana sobre el medi ambient en els seus diversos aspectes. Les accions humanes motivades per la consecució de diverses finalitats, provoquen efectes col·laterals sobre el medi natural o social. Mentre els efectes perseguits solen ser positius, els efectes secundaris poden ser positius o, el que és el més habitual, negatius. La utilització d'energies no renovables com a font d'energia causen conseqüències majoritàriament negatives sobre el medi ambient.

Un gran problema degut a la utilització com a font d'energia de combustibles fòssils és el de l'impacte ambiental que generen. Per la seva composició, rica en carboni i hidrogen, i la seva forma d'ús, la combustió, o reacció química amb l'oxigen de l'aire; utilitzar combustibles fòssils comporta inherentment la producció d'òxids de carboni.

El monòxid de carboni (CO), que és tòxic, és abundant en casos de combustions incompletes (males combustions, amb poc oxigen), i el diòxid de carboni (CO₂) es forma massivament en combustions completes (normals, amb prou aire). Actualment es culpa a les excessives emissions d'aquest gas del canvi climàtic i en general de la contaminació atmosfèrica.

L'efecte hivernacle que es deu a l'augment de CO₂ a l'atmosfera, és un cas típic d'impacte global. Segons els models disponibles, l'efecte hivernacle produirà una variació de les temperatures i les precipitacions que comportarà un augment del nivell del mar i un fort impacte sobre els ecosistemes agrícoles, forestals i marítims.

Per altra banda, la pluja àcida és un impacte local, ja que els seus efectes només es noten a les regions properes a les instal·lacions contaminants. El seu principal efecte és l'acidificació del medi i la consegüent alteració de la fauna i la flora.

Per tal de frenar el canvi climàtic, el que cal fer és utilitzar fonts d'energia renovables, energies que s'obtenen a partir de fonts naturals i que són teòricament inesgotables, ja sigui per la immensa quantitat d'energia que contenen, o perquè són capaces de regenerar-se per medis naturals. Aquestes són fonts que generen poca quantitat d'emissions de CO₂ a l'atmosfera i que per tant la seva utilització pot frenar el canvi climàtic.

6.1. Reducció d'emissions de CO₂

El mix elèctric es descriu com la combinació de les diferents fonts d'energia existents que s'utilitzen per cobrir la demanda elèctrica d'un país i per tant, determina les emissions de CO₂ associades a la generació d'electricitat. Quan més important es la participació de fonts renovables en el mix elèctric d'un país, menors son les emissions específiques.

A Catalunya, l'electricitat que consumim, i que no hem auto generat, prové de la xarxa elèctrica peninsular, sense poder diferenciar exactament en quina planta de generació d'electricitat s'ha produït l'energia importada. Per tant, el valor d'emissions específiques que recomanen utilitzar és el peninsular que reflexa les emissions de CO₂ generades a la península per tal de produir l'electricitat de la xarxa, i que té en compte que existeixen unes pèrdues d'electricitat que s'associen al transport i a la distribució.

Cal destacar que el càlcul de les emissions específiques atenent al mix peninsular no inclou l'electricitat verda produïda a partir d'energies renovables que disposa de la corresponent garantia d'origen i que ha sigut venuda al consumidor final. Aquesta energia renovable amb garantia d'origen (GsO's) ja està comptabilitzada en el balanç elèctric per a fonts energètiques (consta amb un factor d'emissió zero en el còmput d'energies renovables).

L'estimació de les emissions es realitza sempre amb les últimes dades disponibles provinents de fonts oficials. En concret, les fonts emprades són:

- Balanç elèctric diari de Red Eléctrica de España: detall de la producció d'energia elèctrica en el sistema peninsular per fonts energètiques (dades de generació bruta, que corresponen al total de l'energia produïda a la xarxa peninsular).
- IDAE: factors d'emissió de l'electricitat per tecnologies de la conjuntura energètica.
- Comissió Nacional dels Mercats i la Competència (CNMC): dades de garantia d'origen adquirides pel consumidor final provinents de fonts d'energia renovables.
- Ministeri d'Indústria, Energia i Turisme: dades de consum final i producció del sistema peninsular publicades en el "Libro de la Energía en España".

La metodologia emprada consisteix en aplicar els factors d'emissió per tecnologia a les dades de generació bruta del balanç elèctric anual per fonts energètiques, havent descomptat la generació bruta provinent de fonts d'energia renovable amb GdO's i que s'han venut al consumidor final.

D'acord amb tot l'explicat anteriorment, les emissions específiques de generació bruta de la xarxa elèctrica peninsular és:

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Emissions específiques (g CO₂/kWh)	313	297	206	267	300	248	267	302

Taula 6.1 Emissions específiques anuals segons el mix energètic peninsular

El valor d'emissions específiques que descompta la generació bruta de fonts d'energia renovable amb GdO es publica a partir de l'any 2013. Per anys anteriors (2008-2012) el valor d'emissions específiques inclou tota la generació bruta de la xarxa elèctrica peninsular.

Per tal de veure si l'aplicació de les noves màquines causa un efecte positiu sobre el medi ambient, caldrà calcular els g de CO₂ que es deixaran d'emetre a l'atmosfera. Aquest és un càlcul molt senzill en el qual només caldrà multiplicar els kWh anuals que es deixaran de consumir per les emissions específiques de l'any en qüestió.

Degut a que el valor de les emissions específiques de l'any 2016 encara no ha sigut publicat, i per tant, no es pot fer un càlcul acurat, agafarem el valor de l'any 2015 per a realitzar el càlcul.

	MÀQUINES EXISTENTS (kWh/any)	NOVES MÀQUINES (kWh/any)
Consum energètic	125841,00	60313,35
Emissions de CO₂ (g CO₂/any)	38003982,00	18214631,81

Taula 6.2 Comparativa del consum i de les emissions de CO₂ anuals

Per tant, amb la instal·lació de les noves màquines ens estalviariem el consum de 65527,65 kWh a l'any i evitariem l'emissió a l'atmosfera de 19789350,20 g de CO₂ que equival a 19,7893502 tones de CO₂.

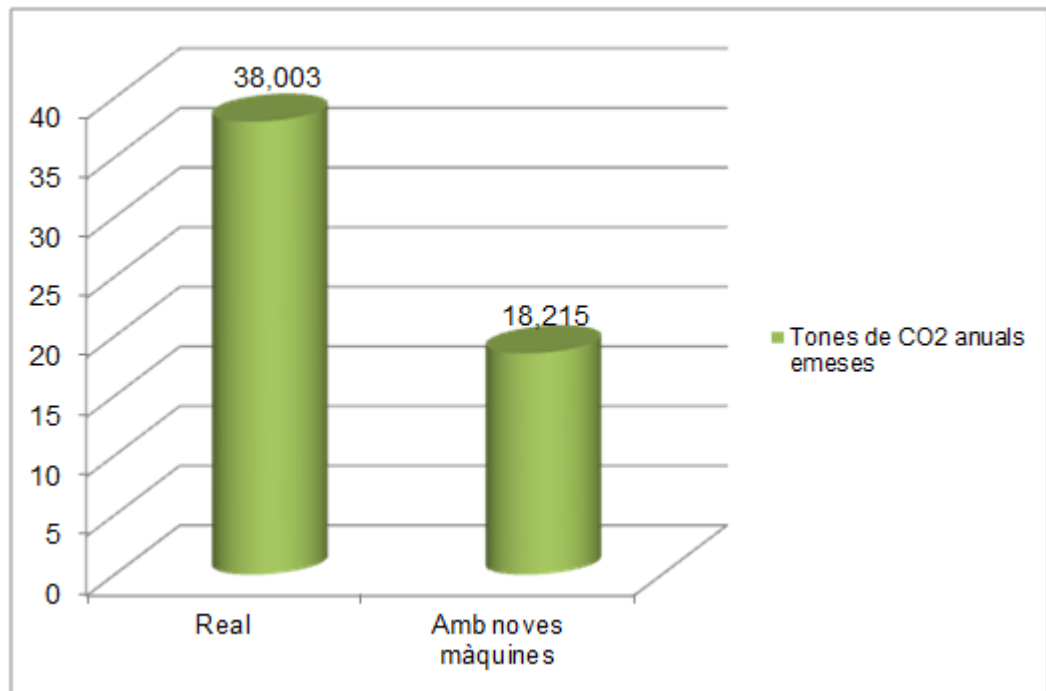


Figura 6.1 Tones de CO2 anuals emeses

Perquè ens fem una idea del que seria deixar d'enviar aquesta quantitat de CO₂ a l'atmosfera, ho compararem amb els km conduïts que t'estalviaries amb un cotxe. Sabem que un motor de cotxe emet aproximadament 160 g de CO₂ per km conduït [14]. Així doncs, aquest estalvi d'energia suposaria un estalvi d'emissions de CO₂ a l'atmosfera de:

$$\frac{19789350,20 \text{ g CO}_2}{160 \frac{\text{g CO}_2}{\text{km conduït}}} = 123683,44 \text{ km conduïts}$$

Equació 6.1 CO₂ que deixariem d'emetre en km conduïts

7. Conclusions

Un cop finalitzat l'estudi hi ha diversos aspectes a destacar:

En primer lloc, aquest estudi s'ha fet realitzant diverses hipòtesis com ara suposar que cada persona que va a les màquines cardiovasculars s'hi està 60 minuts suposar l'energia generada per cada persona en funció de la franja horària, els percentatges de gent que van a cada tipus de màquina,... Totes aquestes hipòtesis s'han formulat tenint en compte les entrevistes fetes a diversos membres del gimnàs, però per saber els veraders números hauria calgut fer un estudi molt més acurat i haver estat durant mesos observant les sales del gimnàs per tal de poder aproximar millor els percentatges i els valors utilitzats en els càlculs.

Un altre dels problemes que ha dificultat la realització de l'estudi, ha sigut no poder aconseguir tota la informació referent al sistema generador d'energia capaç d'adaptar-se a les bicicletes de spinning, el sistema de la casa *GYRE9*. Aquest impediment ha fet impossible incloure dins de les opcions a considerar aquest sistema i, per tant, que l'única alternativa referent a les bicicletes de spinning fos la de substituir-les per unes de noves que ja portessin el sistema generador d'electricitat incorporat. Possiblement el sistema *GYRE9* seria més econòmic, tot i que caldria tenir en compte que en aquest cas no es vendrien les bicicletes existents. Així doncs, disposant de tota la informació seria possible comparar correctament els dos sistemes i veure quin seria més adequat per al gimnàs.

També cal remarcar que s'ha realitzat l'estudi utilitzant els consums de l'any 2016, que va ser un any amb temperatures no molt extremes i per tant el consum energètic no va ser molt elevat. Cal tenir present que si s'hagués fet l'estudi agafant les dades d'un altre any els resultats haurien pogut ser significativament diferents.

En definitiva, aquest estudi pretén ser un estudi preliminar que posi de manifest la metodologia a seguir de cara a analitzar la viabilitat de la implantació de màquines cardiovasculars generadores d'electricitat en un gimnàs. El grau d'incertesa associat a les dades utilitzades pot posar en dubte els resultats obtinguts, però no la metodologia aplicada.

Sobre les noves màquines seleccionades podem dir que les seves dimensions permeten conservar la distribució actual, tant a la sala cardiovascular, com a la sala de spinning. Per altra banda, sabem que aquestes noves màquines són de gamma més baixa que les que actualment hi ha al gimnàs, així doncs, caldrà mantenir als socis contents tot i oferir menys prestacions a les màquines. Una bona forma de seguir satisfent als usuaris del gimnàs podria ser premiant-los en funció de l'energia que generessin. Com més intensitat i

més estona estiguessin realitzant exercici, més energia haurien generat en benefici de tots i més avantatges podrien tenir al gimnàs. També crec que seria una molt bona idea la creació d'una aplicació mòbil que permetés a l'usuari saber en tot moment l'energia que genera durant els seus entrenaments.

Si ara ens fixem en els resultats numèrics obtinguts, veiem que dels 65527,65 kWh que el gimnàs deixaria de consumir durant l'any, només una petita part són gràcies a l'energia generada pels usuaris amb les màquines i 57329,319 kWh són els que es deixen de consumir al no estar endollades les màquines. És a dir, que gran part de l'estalvi energètic que faria el gimnàs si instal·lés les màquines proposades seria degut a que les cintes de córrer, les bicicletes estàtiques i les bicicletes reclinables deixarien de consumir energia ja que no estarien endollades a la xarxa elèctrica.

Degut a la falta de temps, no s'ha pogut fer un estudi complet del gimnàs. Per completar-lo caldria analitzar molts altres factors que tenen a veure amb el consum de l'energia i amb la sostenibilitat del local. Principalment s'hauria de fer un estudi exhaustiu del sistema d'il·luminació del local i del sistema de climatització, ja que segurament es podrien millorar per fer-los més eficients energèticament.

També caldria revisar molts altres aspectes com ara les dutxes i els lavabos que continguin aixetes de baix flux i amb tancament automàtic, que hi hagi sistemes d'il·luminació amb sensors detectors del moviment als vestidors i passadissos, que el terra de les sales sigui fet de materials ecològics i reciclables com ara bambú,... Modificar aquests factors suposaria una inversió inicial més gran pel gimnàs però a la llarga aportaria una quantitat de beneficis molt més elevada ja que es reduiria el consum energètic encara més i, per tant, els costos en les despeses d'electricitat i d'aigua. També el medi ambient en sortiria més beneficiat ja que les emissions de CO₂ a l'atmosfera serien inferiors.

Finalment voldria dir que aquest treball m'ha fet adonar que avui en dia la societat encara no està prou conscienciada de la importància que té el fet d'utilitzar energies renovables. La major part de l'energia que es consumeix al planeta és generada a partir de combustibles fòssils, els quals se sap que no duraran per sempre i que són molt perjudicials pel medi ambient. Si la gent tingués consciència energètica, segurament molts dels gimnasos existents avui en dia ja estarien aprofitant tota aquesta energia que els seus usuaris creen i es desaprofita en forma de calor. També possiblement hi hauria moltes més empreses dedicades a la fabricació d'aquests productes, ja que el sistema necessari per poder aprofitar l'energia que es crea al fer girar els pedals d'una bicicleta ja fa molts anys que està inventat. Tot això forma part d'una societat conscient de que l'energia té un cost i de que aquest cost no és només econòmic.

8. Agraïments

En primer lloc, m'agradaria agrair a la tutora del Treball de Final de Grau, la professora Carme Pretel, la seva ajuda i consells donats a l'hora de solucionar els problemes que han anat sorgint durant la realització del treball.

Agrair als membres del gimnàs Vela Club Fitness de Manresa el seu suport i ajuda rebuts a l'hora de proporcionar-me dades necessàries per assolir els objectius proposats. Des del primer moment van mostrar un gran interès i una gran implicació en la realització d'aquest treball.

Finalment, donar les gràcies també a la família i amics per escoltar-me i aconsellar-me durant tot el transcurs del treball.

9. Referències bibliogràfiques

- [1] LA VANGUARDIA, *Monogràfic especial, Especial eficiència energètica* (28/10/2016)
- [2] KANDYBA, J. A. *Nociones de Electricidad Industrial*. Editorial Gustavo Gili, S.A.
- [3] SPORTSART, *ECOPOWER™* [<http://gosportsart.com/international/eco-powr/>]
- [4] ReRev [<http://www.rerev.com/default.html>]
- [5] GYRE9, *The Green Revolution* [<http://www.gyre9.com/portfolio-item/the-green-revolution/#toggle-id-3>]
- [6] WOODWAY, *EcoMill* [<http://www.woodway.com/products/ecomill>]
- [7] The Green Microgym, [<http://www.thegreenmicrogym.com/>]
- [8] The great outdoor gym company, Green Heart Gym, [<http://www.tgogc.com/Green-Energy.html>]
- [9] ENERGY FLOORS, Sustainable dance floors [<http://www.energy-floors.com/sustainable-dance-floor/>]
- [10] AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, datos climatológicos, Temperaturas desde 2013 [<http://datosclima.es/Aemet/2013/Temperatura2013.php>]
- [11] SKV Solo Kilovatios Verdes, blog Gesternova [<http://blog.gesternova.com/>]
- [12] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, [<http://www.ine.es/>]
- [13] GENERALITAT DE CATALUNYA, Oficina Catalana del Canvi Climàtic [http://canviclimatic.gencat.cat/es/reduceix_emissions/factors_demissio_associats_a_lenergia/]
- [14] INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA, consumo de carburante y emisiones de CO₂ en coches nuevos [<http://coches.idae.es/>]